
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: B2612 – Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: 1802R022 – Informatika a logistika

**Porovnání LCC vybraných zdrojů elektrické
energie**

**LCC comparison of chosen electric power
supplies**

Bakalářská práce

Autor:	Štěpán Březina
Vedoucí práce:	Ing. Jan Kamenický
Konzultant:	Ing. Jaroslav Zajíček

V Liberci 29. 5. 2009

Prohlášení:

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé BP a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom(a) toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum: 29.5.2009

Podpis:

Poděkování:

Děkuji panu Ing. Janu Kamenickému za velmi užitečnou metodickou pomoc, kterou mi poskytl při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat celému týmu profesorů a doktorandů z Ústavu řízení systémů a spolehlivosti, kteří mi byly nápomocni vždy, když jsem potřeboval.

Také bych chtěl poděkovat celé mé rodině a mým přátelům. Všichni tito lidé mě podporují ve studiu a pomáhali mi při zpracování mé bakalářské práce.

Podpis:

Abstrakt:

Tato práce je zaměřena na porovnání nákladů životního cyklu (LCC) vybraných zdrojů elektrické energie. V dnešní době je mnoho způsobů jak získat elektrickou energii. Základní rozdělení je na obnovitelné zdroje energie, kam patří např. voda, vítr, slunce, biomasa a na neobnovitelné zdroje energie kam patří např. uhlí, ropa, plyn a uran. Každý zdroj energie nám nabízí jiné možnosti, které se pokusíme popsat a ke konci práce shrnout a okomentovat. Způsob výroby elektřiny je u každého zdroje elektrické energie principiálně popsán a vysvětlen. Ke každému druhu elektrárny je vybrán konkrétní příklad, ze kterého se vychází při porovnání nákladů životního cyklu jednotlivých zdrojů.

Nejprve jsou v této práci přiblíženy parametry vstupů ekonomického modelu potřebné k analýze nákladů životního cyklu. Těmito parametry jsou klíčová data a údaje o provozu, poruchách a nákladech na opravu těchto zařízení. Všechny tyto parametry jsou využity pro stavbu ekonomického modelu, který může významně pomoci při rozhodování o výhodnosti investice. Pro rozhodnutí o výhodnosti investice byly použity tři kritéria – čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento a diskontovaná doba návratnosti investice.

Klíčová slova: LCC (náklady životního cyklu), ekonomický model, zdroje energie, výhodnost investice

Abstract:

This research is looking at comparison of life cycle costs (LCC) which are needed for production of electricity. In today's society there are many ways how to obtain electricity. This can be segmented into two categories which are renewable resources of energy (for example water, wind, sun and biomass) and non-renewable resources of energy (for example coal, oil, gas and uranium). Every resource offers different opportunities; these are described and summed up with comments in the conclusion of this research. Method of how the electricity is produced is described with every electricity resource. With every type of power plant there is a chosen example which is being used for comparison of chosen electric power supplies.

Firstly this research introduces parameters of entries of economic models which are needed for analysis of the life cycle costs. These parameters are key data about operations management, disturbances and cost of maintaining the machinery in working order. All these parameters are used for building the economic model which will help to decide of most economical plant with high return of capital. There are three criteria's which makes this decision process easier, these are: actual net value, revenue and pay-off period.

Key words: Life cycle cost (LCC), economic model, source of energy, pay-off period.

Obsah

Seznam obrázků, grafů a tabulek.....	9
Seznam symbolů a zkratek.....	10
1 ÚVOD.....	- 14 -
2 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE.....	- 15 -
2.1 VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA.....	- 15 -
2.1.1 Úvod.....	- 15 -
2.1.2 Technologie vzniku větrné energie	- 15 -
2.1.3 Kategorie větrných elektráren	- 17 -
2.2 VYUŽITÍ SLUNEČNÍ ENERGIE FOTOVOLTAICKOU TECHNOLOGIÍ.....	- 19 -
2.2.1 Úvod.....	- 19 -
2.2.2 Podmínky slunečního záření v ČR.....	- 19 -
2.2.3 Technologie fotovoltaiky	- 20 -
2.2.4 Generační vývoj	- 21 -
2.3 HYDROENERGETIKA	- 23 -
2.3.1 Úvod.....	- 23 -
2.3.2 Rozdělení vodních elektráren.....	- 23 -
2.3.3 Rozdělení vodních turbín	- 24 -
2.4 ELEKTRINA Z GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	- 26 -
2.4.1 Úvod.....	- 26 -
2.4.2 Energie teplých suchých hornin	- 26 -
2.4.3 Organický Rankinův cyklus.....	- 27 -
2.4.4 Kalinův cyklus	- 27 -
2.4.5 Potenciál HDR v ČR	- 27 -
2.5 ENERGETICKÉ VYUŽÍVÁNÍ BIOMASY.....	- 29 -
2.5.1 Úvod.....	- 29 -
2.5.2 Hlavní typy biomasy v ČR.....	- 29 -
2.5.3 Výroba energie z biomasy.....	- 29 -
3 NEOBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	- 32 -
3.1 JADERNÁ ENERGETIKA.....	- 32 -
3.1.1 Úvod.....	- 32 -
3.1.2 Princip jaderné elektrárny	- 32 -
3.2 UHELNÉ ELEKTRÁRNY	- 34 -
3.2.1 Úvod.....	- 34 -
3.2.2 Princip uhelné elektrárny	- 34 -

4	VYBRANÉ ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE	- 36 -
4.1	VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA VESTAS V90.....	- 36 -
4.2	SLUNEČNÍ ELEKTRÁRNA BUŠANOVICE	- 37 -
4.3	MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA BUKOVEC	- 38 -
4.4	GEOTERMÁLNÍ PROJEKT LITOMĚŘICE.....	- 39 -
4.5	BIOPLYNOVÁ STANICE	- 40 -
4.6	JADERNÁ ELEKTRÁRNA TEMELÍN	- 40 -
4.7	UHELNÁ ELEKTRÁRNA LIPPENDORF	- 40 -
5	NÁKLADY ŽIVOTNÍHO CYKLU	- 42 -
5.1	PARAMETRY VSTUPUJÍCÍ DO MODELU	- 43 -
5.1.1	Náklady na stupni 1.....	- 43 -
5.1.2	Náklady na stupni 2.....	- 43 -
5.1.3	Náklady na stupni 3.....	- 43 -
5.1.4	Náklady na stupni 4.....	- 44 -
5.1.5	Náklady na stupni 5.....	- 45 -
5.1.6	Náklady na stupni 6.....	- 45 -
5.1.7	Náklady na stupni 7.....	- 45 -
5.2	KRITÉRIA HODNOCENÍ INVESTIC	- 46 -
5.2.1	Čistá současná hodnota (NPV).....	- 47 -
5.2.2	Diskontovaná doba návratnosti investice (DDN).....	- 49 -
5.2.3	Vnitřní výnosové procento (IRR).....	- 49 -
6	APLIKACE NPV, DDN A IRR NA JEDNOTLIVÉ ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE	- 50 -
6.1	VSTUPNÍ ÚDAJE JEDNOTLIVÝCH ZDROJŮ ELEKTRICKÉ ENERGIE	- 50 -
6.1.1	Porovnání jednotlivých zdrojů elektrické energie	- 53 -
7	ZÁVĚR.....	- 54 -
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	- 55 -
9	PŘÍLOHA.....	- 57 -

Seznam obrázků, grafů a tabulek

Graf 1: Pravděpodobnost výskytu rychlosti větru v ČR	- 16 -
Graf 2: Výkonová funkce větrných elektráren.....	- 17 -
Graf 3: DDN - Vodní elektrárna	- 59 -
Graf 4: DDN - Větrná elektrárna	- 62 -
Graf 5: DDN - Sluneční elektrárna	- 65 -
Graf 6: DDN - Geotermální elektrárna	- 68 -
Graf 7: DDN - Bioplynová elektrárna	- 71 -
Graf 8: DDN - Jaderná elektrárna.....	- 74 -
Graf 9: DDN - Uhelná elektrárna.....	- 77 -
Tabulka 1: Pravděpodobnost výskytu rychlosti větru.....	- 16 -
Tabulka 2: Výkonová funkce větrných elektráren.....	- 17 -
Tabulka 3: Kategorie větrných elektráren.....	- 18 -
Tabulka 4: Vysvětlivky k principu uhelné elektrárny.....	- 35 -
Tabulka 5: Technické parametry a schéma větrné elektrárny Vestas V-90.....	- 36 -
Tabulka 6: Daň z příjmu právnických osob v ČR.....	- 48 -
Tabulka 7: Koeficienty pro zrychlené odepisování	- 48 -
Tabulka 8: Malá vodní elektrárna Bukovec – Souhrn	- 51 -
Tabulka 9: Větrná elektrárna Vestas V90 – Souhrn	- 51 -
Tabulka 10: Sluneční elektrárna Bušanovice – Souhrn	- 51 -
Tabulka 11: Geotermální projekt Litoměřice – Souhrn.....	- 51 -
Tabulka 12: Bioplynová stanice – Souhrn	- 51 -
Tabulka 13: Jaderná elektrárna Temelín - Souhrn.....	- 52 -
Tabulka 14: Uhelná elektrárna Lippendorf – Souhrn	- 52 -
Tabulka 15: Porovnání jednotlivých zdrojů elektrické energie	- 53 -
Tabulka 16: Porovnání jednotlivých zdrojů elektrické energie při stejné výkupní ceně elektrické energie	- 53 -
Tabulka 17: Zisk po zdanění - Vodní elektrárna	- 57 -
Tabulka 18: Výpočet NPV a DDN - Vodní elektrárna.....	- 58 -
Tabulka 19: Zisk po zdanění - Větrná elektrárna.....	- 60 -
Tabulka 20: Výpočet NPV a DDN - Větrná elektrárna	- 61 -
Tabulka 21: Zisk po zdanění - Sluneční elektrárna	- 63 -

Tabulka 22: Výpočet NPV a DDN - Sluneční elektrárna	- 64 -
Tabulka 23: Zisk po zdanění - Geotermální elektrárna	- 66 -
Tabulka 24: Výpočet NPV a DDN - Geotermální elektrárna	- 67 -
Tabulka 25: Zisk po zdanění – Bioplynová elektrárna	- 69 -
Tabulka 26: Výpočet NPV a DDN - Bioplynová elektrárna	- 70 -
Tabulka 27: Zisk po zdanění - Jaderná elektrárna	- 72 -
Tabulka 28: Výpočet NPV a DDN - Jaderná elektrárna	- 73 -
Tabulka 29: Zisk po zdanění - Uhlerná elektrárna	- 75 -
Tabulka 30: Výpočet NPV a DDN - Uhlerná elektrárna	- 76 -
Obrázek 1: Přehled o intenzitě dopadajícího slunečního záření	- 20 -
Obrázek 2: Princip činnosti solárního článku	- 21 -
Obrázek 3: Předpokládaný vývoj ceny s účinností výrobních technologií	- 22 -
Obrázek 4: Charakteristika vodních turbín	- 25 -
Obrázek 5: Nejvhodnější lokality pro HDR projekty	- 28 -
Obrázek 6: Bioplynová stanice pro mokrou fermentaci	- 31 -
Obrázek 7: Schéma jaderné elektrárny	- 33 -
Obrázek 8: Princip uhelné elektrárny	- 35 -
Obrázek 9: Větrná elektrárna Vestas V-90	- 37 -
Obrázek 10: Schéma Kaplanovy turbíny	- 38 -
Obrázek 11: Projekt HDR Litoměřice	- 39 -
Obrázek 12: Hierarchistická struktura rozčlenění nákladů	- 42 -

Seznam symbolů a zkratk

ADP	aplikační faktor (vyjadřuje počet let)
C_t	součinitel výkonu
CF	roční peněžní toky v jednotlivých letech [Kč]
CI	náklady na investice do zdrojů zajištění údržby [Kč]
CID	náklady na investice do dokumentace [Kč]
CIM	náklady na investice do zařízení a přístrojového vybavení [Kč]
CIMC	náklady na investice do zařízení údržby pro ústřední dílnu [Kč]
CIMR	náklady na investice do zařízení údržby pro regionální dílnu [Kč]
CIS	náklady na investice do náhradních dílů [Kč]
CISC	náklady na investice do opravitelných jednotek na ústřední úrovni [Kč]
CISR	náklady na investice do opravitelných jednotek na regionální úrovni [Kč]
CISAt	průměrné náklady na náhradní díly a materiál na jednu údržbu po poruše [Kč]
CIT	náklady na investice do výcviku a školení personálu [Kč]
CITC	náklady na investice do výcviku/školení na ústřední úrovni [Kč]
CITI	náklady na investice do služebních instrukcí [Kč]
CITM	náklady na investice do materiálu pro výcvik/školení
CO	náklady na provoz (energie, práce pracovníka, materiál) [Kč]
COST	cena 1 kWh energie [Kč/kWh]
CY	náklady na údržbu za jeden rok [Kč]
CYCM	roční náklady na údržbu po poruše [Kč]
CYCMM	průměrné roční náklady na pracovní hodinu pracovníka [Kč]
CYCMS	náklady na spotřebu náhradních dílů a materiálu při údržbě po poruše [Kč]
CYP	roční náklady na preventivní údržbu [Kč]
CYPM	jsou roční náklady na preventivní údržbu [Kč]
CYSP	roční náklady na spotřebu náhradních dílů [Kč]
DCF	diskontované roční peněžní toky v jednotlivých letech [Kč]
DDN	diskontovaná doba návratnosti [rok]
ENERGYt	cena spotřebované energie při údržbě po poruše [Kč]
HDR	hot dry rock
IRR	internal rate of return - vnitřní výnosové procento [%]

JETE	jaderná elektrárna Temelín
LCC	life cycle costs – náklady životního cyklu
LCCA	pořizovací náklady [Kč]
LCCO	vlastnické náklady [Kč]
LCU	náklady na sankce nepohotovosti po celou dobu života objektu [Kč]
LSC	náklady na zajištěnost po celou dobu života objektu [Kč]
M	hodinová mzda pracovníka [Kč]
MRTt	střední doba obnovy objektu po poruše [h]
MVE	malé vodní elektrárny
NC	Počet úředních dílen
NPV	net present value - čistá současná hodnota [Kč]
NR	počet regionálních dílen
OPPP	operační program průmysl a podnikání
ORC	organický Rankinův cyklus
Pt	počet pracovníků nutných k údržbě po poruše [1]
T	počet hodin za jeden rok [h]
t	počet let užívání objektu [rok]
u	rychlost větru
USAGEt	spotřeba energie v kWh na údržbu po poruše za rok [kWh/rok]
VTE	větrná elektrárna
λ_o	četnost preventivní údržby [h^{-1}]
λ_t	četnost údržby po poruše [h^{-1}]
ρ	hustota vzduchu [$kg.m^{-3}$]

1 Úvod

Každá společnost má své energetické nároky a úkolem energetiky jako výrobního odvětví je pokud možno tyto požadavky zabezpečit dodáním energie v dostatečném množství, v požadované kvalitě, v požadovaném čase a místě, za přijatelnou cenu a s minimálním dopadem na životní prostředí.

Tato práce je zaměřena na porovnání nákladů životního cyklu vybraných zdrojů elektrické energie. Základní rozdělení vybraných zdrojů je podle toho, jakou využívají energii k výrobě elektrické energie. Vodní, větrná, sluneční, geotermální a bioplynová elektrárna jsou zařízení, které k výrobě elektrické energie využívají obnovitelný zdroj energie a jsou v této práci uvedeny. Zařízení, které k výrobě elektrické energie využívá neobnovitelný zdroj energie je např. uhelná a jaderná elektrárna.

Každý zdroj energie má různé vlastnosti např.: náklady na stavbu, na provoz, celkový výkon, roční procento využití instalovaného výkonu. Tyto vlastnosti se snažíme shrnout a porovnat mezi sebou.

Mezi nejčastější hodnotící kritéria o výhodnosti investice patří v dnešní době čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento a diskontovaná doba návratnosti investice. Výsledky těchto metod nám mohou pomoci při rozhodování, zda je investice výhodná či nikoli.

Cílem této práce je porovnání vybraných zdrojů elektrické energie. Je důležité mít představu alespoň o tom, jak drahá je vlastně elektřina z jednotlivých zdrojů elektrické energie.

2 Obnovitelné zdroje energie

2.1 Větrná elektrárna

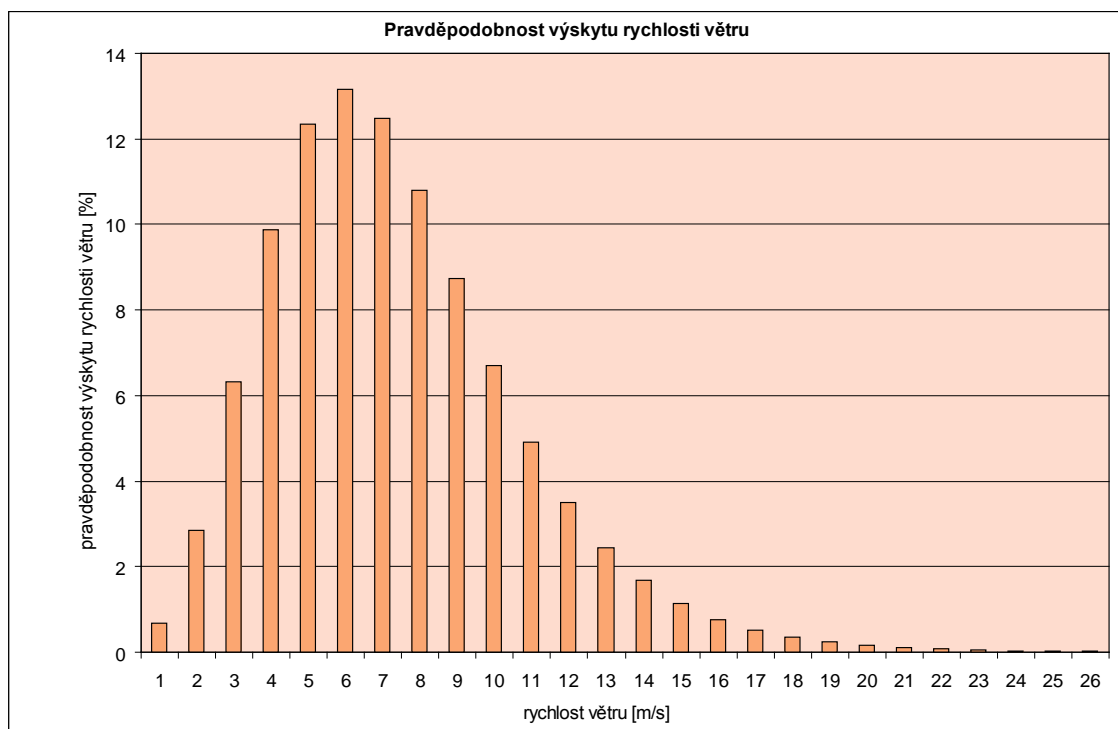
2.1.1 Úvod

Na území České republiky vzniká pomocí větrných elektráren jen malá část z celkového objemu vyrobené elektrické energie. Na začátku sedmdesátých let minulého století došlo k zvýšení zájmu o využití větrné energie. Byla to doba, kdy si průmyslově vyspělé země uvědomily nebezpečí ekologické krize v globálním rozsahu a tak se začala hledat cesta, jak tomu předejít. Produkce skleníkových plynů a možnost vyčerpání neobnovitelných zdrojů energie vedlo ke zvýšenému zájmu o obnovitelné zdroje energie, které by byly šetrné k životnímu prostředí. V rámci Evropy se ve vývoji větrných elektráren nejvíce zapojili Dánové a Němci.

2.1.2 Technologie vzniku větrné energie

Sluneční záření, které dopadá na Zemi nerovnoměrně, ohřívá různé části atmosféry, což vede k proudění vzdušných mas a tím ke vzniku větru. Větrné turbíny získávají energii z kinetické energie proudícího vzduchu v atmosféře, který uvádí do pohybu listy rotoru turbíny. Tato energie je následně transformována na elektrickou energii a přivedena do elektrické rozvodné sítě.

Na rychlosti proudění větru silně závisí výkon větrné elektrárny. Z tohoto důvodu se rotor turbíny umísťuje na stožár ve výšce zhruba 100 metrů nad okolní terén, aby se nejvíce zabránilo stínění větru vlivem nerovností krajiny a případných staveb v okolí elektrárny. Minimální rychlost větru, při které je větrná elektrárna schopná vyrábět elektrickou energii, je přibližně 5 m/s, pod touto hranicí jsou větrné elektrárny mimo provoz. Větrná elektrárna dodává svůj maximální výkon až při rychlosti větru přibližně 13 m/s. Optimální rychlost větru je tedy 13 – 16 m/s. Nad touto optimální rychlostí klesá z aerodynamických důvodů účinnost turbíny, což se projevuje mírným snížením jejího výkonu. Větrná elektrárna je schopná dodávat elektrickou energii do rozvodné sítě až do rychlosti větru 25 m/s. Při překročení této hranice se větrné elektrárny uměle zastavují, aby nedošlo k jejich poškození. Pravděpodobnost výskytu rychlosti větru v České republice je uvedena v následující tabulce. [4]



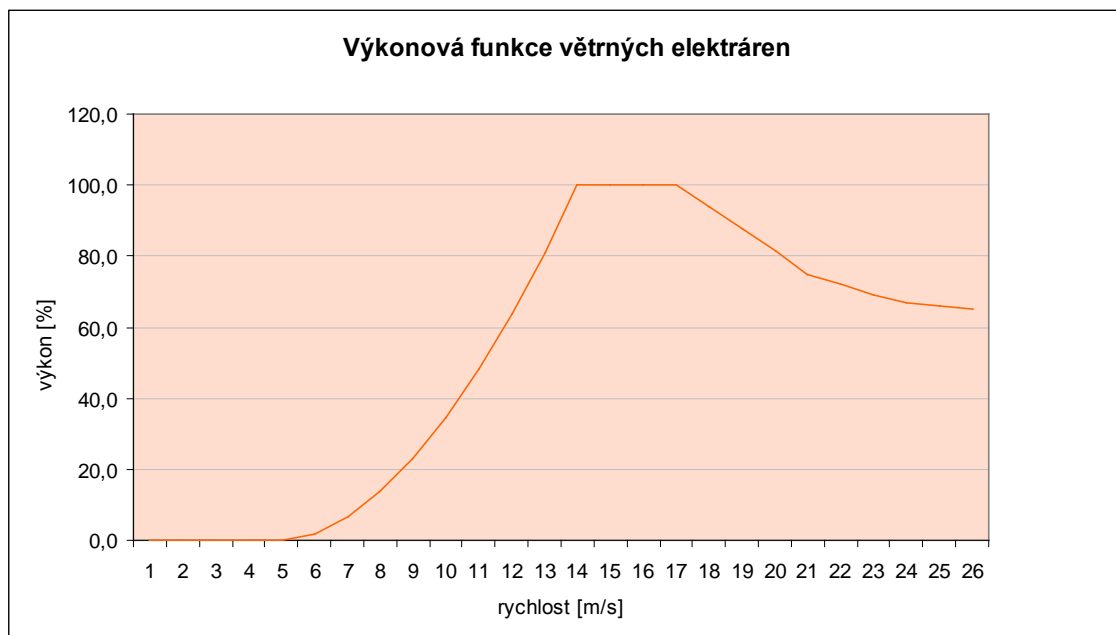
Graf 1: Pravděpodobnost výskytu rychlosti větru v ČR

V Tabulce 1 je číselné vyjádření Grafu 1 a obsahuje přesné procentuální vyjádření pravděpodobnosti výskytu rychlosti větru.

Tabulka 1: Pravděpodobnost výskytu rychlosti větru

v [m/s]	p [%]	v [m/s]	p [%]
0	0,69	13	1,67
1	2,86	14	1,13
2	6,31	15	0,76
3	9,87	16	0,51
4	12,34	17	0,35
5	13,17	18	0,24
6	12,48	19	0,16
7	10,81	20	0,11
8	8,74	21	0,08
9	6,69	22	0,06
10	4,92	23	0,04
11	3,50	24	0,03
12	2,44	25	0,02

Na následujícím grafu je vidět výkonová funkce větrných elektráren v závislosti na rychlosti proudění vzduchu. [4]



Graf 2: Výkonová funkce větrných elektráren

Tabulka 2 je číselné vyjádření Grafu 2 a jsou v ní uvedeny přesné údaje o dosažitelném výkonu větrných elektráren v závislosti na aktuální rychlosti větru.

Tabulka 2: Výkonová funkce větrných elektráren

v [m/s]	P [%]	v [m/s]	P [%]
0	0,0	13	100,0
1	0,0	14	100,0
2	0,0	15	100,0
3	0,0	16	100,0
4	0,0	17	93,8
5	1,9	18	87,5
6	6,7	19	81,3
7	13,8	20	75,0
8	23,2	21	72,0
9	34,7	22	69,0
10	48,2	23	67,0
11	63,6	24	66,0
12	80,9	25	65,0

2.1.3 Kategorie větrných elektráren

Větrné elektrárny jsou technická zařízení, ve kterých je kinetická energie větru přeměňována na energii elektrickou. Výkon turbíny se vypočítá podle vztahu (1).

$$P_s = \frac{1}{2} C_p S \rho u^3 \quad [\text{W}] \quad (1)$$

C_f - součinitel výkonu

ρ - hustota vzduchu [$kg.m^{-3}$]

u - rychlost větru [$m.s^{-1}$]

Výkon turbíny obvykle dělí větrné elektrárny na malé, střední a velké.

Tabulka 3: Kategorie větrných elektráren

Větrné elektrárny	malé		
	vrtule		výkon v kW
	průměr [m]	plocha[m]	
	<=8	<=50	10
	8,1-11	50,1-100	25
	11,1-16	100,1-200	60
	střední		
	vrtule		výkon v kW
	průměr [m]	plocha[m]	
	16,1-22	200,1-400	130
	22,1-32	400,1-800	310
	32,1-45	800,1-1600	750
	velké		
	vrtule		výkon v kW
	průměr [m]	plocha[m]	
	45,1-64	1600,1-3200	1500
	64,1-90	3200,1-6400	3100
	90,1-128	6400,1-12800	6400

Malé větrné elektrárny

Větrné elektrárny s výkonem menším než 60 kW a průměrem vrtulí do 16m se pokládají za malé větrné elektrárny. V této kategorii je nejvýznamnější první skupina s nominálním výkonem do 10 kW. Tyto větrné elektrárny se používají především pro soukromé účely, protože jejich výstupní napětí obvykle bývá 48-220 V a jsou nabízeny pro účely vytápění nebo ohřev vody v rodinných domech. Výroba elektrické energie malými VTE za účelem prodeje rozvodným závodům v důsledku výrazně vyšších měrných nákladů není ekonomická.

Střední a velké větrné elektrárny

Dříve byla pouze jedna kategorie a to kategorie velkých větrných elektráren, ale s rostoucími rozměry VTE se tato kategorie musela ještě rozdělit na střední větrné elektrárny s průměrem vrtulí od 16 do 45 m a nominálním výkonem od 60 do 750 kW a na velké větrné elektrárny s průměrem vrtulí od 45 do 128 m a nominálním výkonem od

750 do 6400 kW. Na mořích, kde je vysoká rychlost a stabilita proudění vzduchu, se používají největší větrné elektrárny s nominálním výkonem nad 3000 kW.

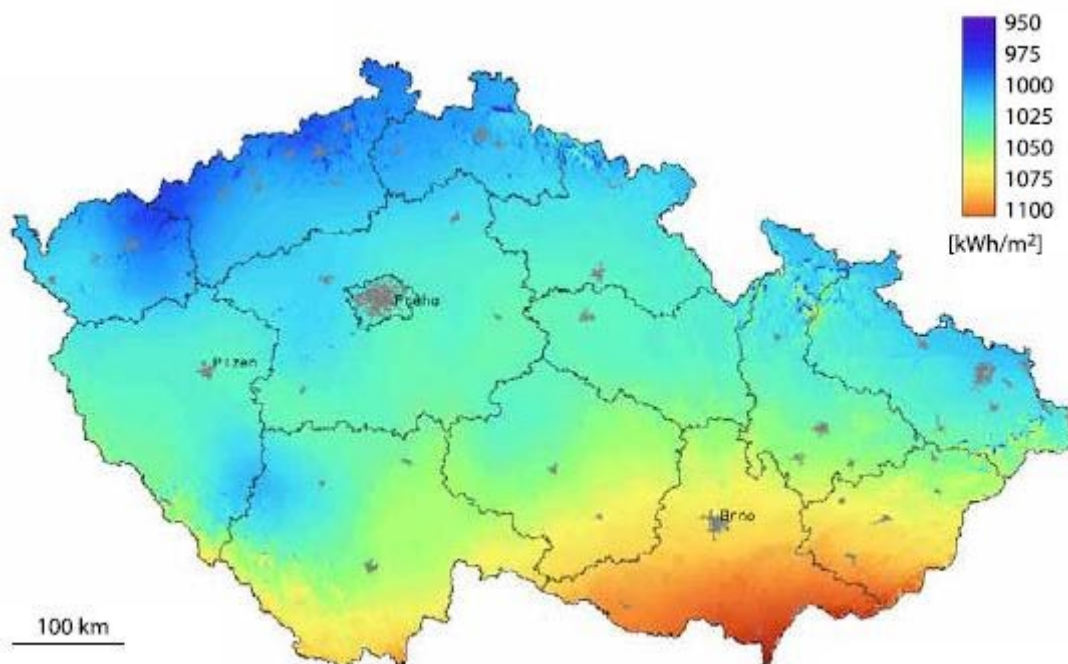
2.2 Využití sluneční energie fotovoltaickou technologií

2.2.1 Úvod

Využití slunečního záření k přeměně na elektrickou energii je z pohledu životního prostředí nejčistším a nejšetrnějším způsobem její výroby. Dnešní technické možnosti pro využití sluneční energie k výrobě elektrické energie jsou již uspokojivé. V České republice na plochu o rozměru jeden metr čtvereční dopadne průměrně ročně 1100 kWh energie. Účinnost přeměny slunečního záření na elektřinu se v současnosti pohybuje v rozmezí 10 – 15 %, tzn., že umožňuje získat se současnými solárními systémy z jednoho metru čtverečního aktivní plochy solárního panelu přibližně 110 kWh elektrické energie za rok. Na odlehklých místech bez možnosti připojení k elektrorozvodné síti je fotovoltaika technicky i ekonomicky nejvýhodnější řešení. Fotovoltaika by se měla stát významným prvkem trvale udržitelného systému s minimálním dopadem na životní prostředí. Celosvětově instalovaný výkon z fotovoltaických elektráren přesahuje 5 000 MW, meziroční nárůst výroby je vyšší než 35 %. Za posledních 20 let se cena fotovoltaických článků v důsledku výzkumu a vývoje snížila o 80 %. V České republice je fotovoltaika teprve na začátku svého vývoje a v blízké budoucnosti se očekává její výrazný rozvoj a využití.

2.2.2 Podmínky slunečního záření v ČR

Na území České republiky se pohybuje celková doba přímého slunečního svitu od 1400 do 1700 hod/rok [7]. Na plochu o rozměru jeden metr čtvereční dopadne průměrně ročně 1100 kWh energie, což je srovnatelné s množstvím energie uvolněné při spálení 250 kg uhlí a vzhledem k prakticky nevyčerpatelné rozloze využitelných ploch představuje vydatný energetický potenciál. Každá domácnost spotřebuje přibližně 15 – 20 MWh ročně, tedy tolik, kolik dopadne sluneční energie za rok na plochu 20 m^2 . Přehled o intenzitě dopadajícího slunečního záření je dle [9] uveden v Obrázku 1.

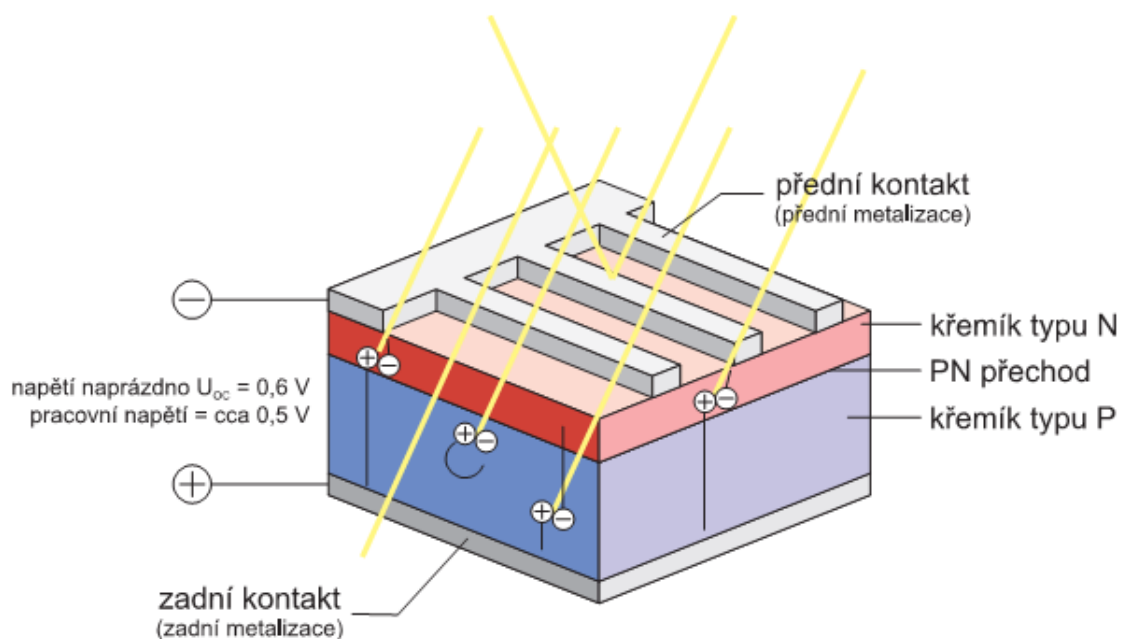


Obrázek 1: Přehled o intenzitě dopadajícího slunečního záření

2.2.3 Technologie fotovoltaiky

K přeměně světelné energie na elektrickou energii využívá fotovoltaika polovodičového prvku označovaného jako fotovoltaický nebo také solární článek [8]. Solární článek je velkoplošná dioda s alespoň jedním PN přechodem. V ozářeném solárním článku jsou generovány elektrické nabité částice. Elektrony a díry jsou separovány vnitřním elektrickým polem PN přechodu. Rozdělení náboje má za následek napěťový rozdíl mezi „předním“ (-) a „zadním“ (+) kontaktem solárního článku. Vnější obvodem zapojeným mezi oba kontakty potom protéká stejnosměrný elektrický proud, jenž je přímo úměrný ploše solárního článku a intenzitě dopadajícího slunečního záření.

Napětí jednoho solárního článku je přibližně 0,5 V. To je příliš nízké pro další běžné použití. Sériovým propojením více článků získáme napětí, které je již použitelné v různých typech fotovoltaických systémů. Standardně jsou používány sestavy pro jmenovité provozní napětí 12 nebo 24 V. Takto vytvořené sestavy článků v sériovém nebo i sério-paralelním řazení jsou hermeticky uzavřeny ve struktuře krycích materiálů výsledného solárního panelu. Předpokládaná životnost panelů je přibližně 30 let. Následující roky jsou panely stále schopné vyrábět elektrickou energii, ale jejich výkonnost již začíná klesat.



Obrázek 2: Princip činnosti solárního článku

2.2.4 Generační vývoj

Vývoj solárních panelů dospěl k celé řadě rozdílných technologií. Generační vývoj dělí fotovoltaické elektrárny do tří generací.

První generace

První generací se nazývají fotovoltaické články, využívající jako základní stavební prvek krystalický křemík. Téměř 85 % všech solárních panelů je vyrobeno s křemíkovými krystalickými články. Tyto články dosahují poměrně vysoké účinnosti přeměny slunečního záření na elektrickou energii v sériové výrobě a to 14 – 17 %. Speciální struktury u laboratorních vzorků dosahuje účinnost až 28 %. U solárních článků je základem plátek s tloušťkou 0,2 – 0,3 mm z křemíku s monokrystalickou nebo multikrystalickou strukturou. Zpravidla se jedná o plátky o rozměrech 200 x 200 mm. Solární články první generace se začaly komerčně prodávat v sedmdesátých letech. Přestože je jejich výroba relativně drahá, budou ještě v několika dalších letech na trhu dominovat.

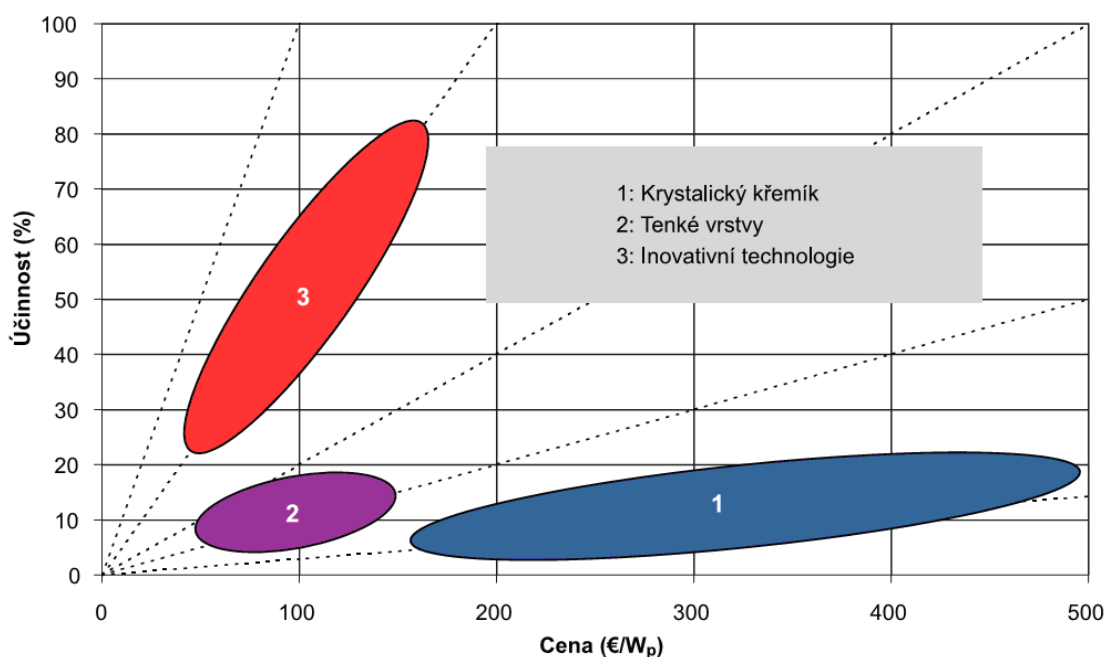
Druhá generace

Snaha o snížení výrobních nákladů úsporou drahého křemíku byl impuls pro rozvoj článků druhé generace. Solární články vyrobené tenkovrstvou technologií mají 100 – 1000 x tenčí aktivní absorbující polovodičovou vrstvu. Nosnou podložkou může být sklo, plastová fólie nebo ocelový plech. Nejpoužívanějším materiálem pro aktivní vrstvy je opět křemík, tentokrát ale s amorfni krystalickou strukturou. Účinnost tenkovrstvých křemíkových panelů je 7 – 9 %. Komerčně se začaly prodávat články druhé generace v polovině osmdesátých let.

Třetí generace

Alternativní technologie (polymery s fotocitlivým barvivem) jsou teprve ve fázi laboratorních testů. U solárních článků třetí generace s alternativními technologiemi se pak očekávají velmi vysoké účinnosti při poměrně nízkých nákladech. Tyto technologie jsou však ve fázi vývoje.

Předpokládaný vývoj ceny s účinností výrobních technologií:



Obrázek 3: Předpokládaný vývoj ceny s účinností výrobních technologií

2.3 Hydroenergetika

2.3.1 Úvod

Další z obnovitelných zdrojů energie je založen na využití koloběhu vody v přírodě a přeměně energie, kterou obsahuje, na energii elektrickou. Nejvíce rozšířený způsob je přeměna energie vodního toku v energii elektrickou. Takto získaná energie je velice ekonomicky výhodná a její způsob výroby je i ekologicky čistý. Malé vodní elektrárny se zaručeným výkonem a vyráběnou energií představují v souhrnu velký energetický zdroj a celkově mohou ušetřit mnoho tuhých, plyných a kapalných paliv, jejichž spalování škodí životnímu prostředí.

Vodní energie patří k nejdéle využívaným energetickým zdrojům. Rozvoj techniky se v této oblasti na poměrně dlouhé období téměř zastavil a efektivnost se zvyšovala pouze velikostí vodních kol. V roce 1827 byla sestrojena první přetlaková turbína, Francisova turbína v roce 1847, Peltonova turbína v roce 1880 a Kaplanova turbína v roce 1918.

2.3.2 Rozdělení vodních elektráren

Vodních elektráren je mnoho typů. Základní rozdělení je podle výkonu, uspořádání a typu turbíny.

Členění vodních elektráren podle výkonu:

- Od 100 MW velké elektrárny
- Do 100 MW střední elektrárny
- Do 10 MW malé elektrárny
- Do 1 MW MVE průmyslové, veřejné, závodní
- Do 100 kW MVE drobné
- Do 35 kW mikro zdroje
- Do 2 kW mobilní zdroje

Uspořádání vodních elektráren:

- Průtočné elektrárny – jsou umístěné v přímém kontaktu s vodním tokem
- Derivační elektrárny – umístěné na uměle vytvořeném kanálu
- Akumulační elektrárny – využívají vodní nádrže pro akumulaci (přerušovaný provoz) špičkový provoz

- Přečerpávací elektrárny – reverzní, nebo přístrojové (čerpadlo, turbína, generátor)
- Vyrovnávací elektrárny – k vyrovnávání odtoků z akumulární elektrárny

Typy vodních elektráren podle druhu zapojení:

- Samostatné – nezávislé na veřejné rozvodné síti, předávající vyrobenou energii do samostatné, vydělené sítě, pro vlastní využití
- Zapojené – pracující paralelně s veřejnou energetickou sítí, s dodávkou energie pro energetický distribuční podnik

2.3.3 Rozdělení vodních turbín

Vodní turbíny byly uvedeny do praxe začátkem 19.století. Z později vyvinutých energetických zdrojů jsou důležité vodní turbíny pro střední a vysoké spády J.B.Francis (v r. 1849) a L.A.Peltona (v r. 1880).

Podle způsobu přenosu energie vody rozlišujeme turbíny na:

- Rovnotlaké – akční turbíny
- Přetlakové – reakční turbíny

Z hlediska polohy hřídele oběžného kola rozlišujeme uspořádání turbín:

- Horizontální – vodorovné uložení
- Vertikální – svislá osa turbíny
- Šikmé – šikmá osa turbíny
- Tvaru S – provedení savky do tvaru S

Rozdělení hlavních typů nejpoužívanějších vodních strojů [10]:

a) turbíny rovnotlaké

- Turbína Bánkiho (pro spády od 5 do 60 m) – regulace profilovanou klapkou s oběžným kolem na principu zdokonaleného vodního kola
- Turbína Peltonova (od 30 výše) – paprsek vody proudí z dýzy, která je regulovaná pohybem jehly a dopadá na břít lopatky tvaru dvojité lžice rozdělené břitem

b) turbíny přetlakové:

- Turbína Kaplanova (od 1 do 20 m)
- Turbína Francisova (od 10 výše)

Specifické otáčky pro jednotlivé typy turbín ($ot_{ns} \cdot \text{min}^{-1}$)

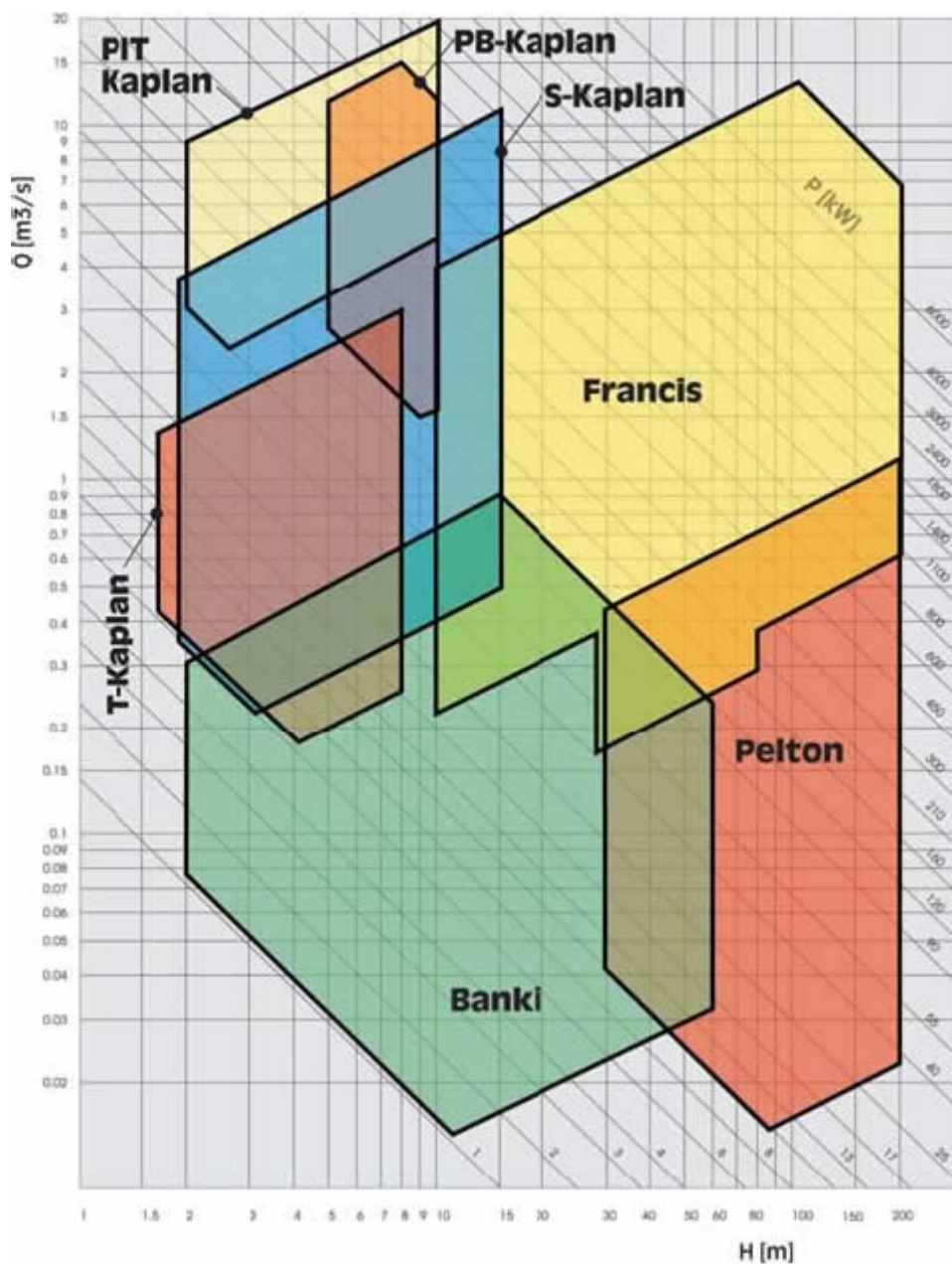
Kaplanova 300 – 1000

Francisova 50 – 450

Bánkiho 50 – 100

Peltonova 5 – 40

Základní charakteristika vodních turbín, jejich dosažitelný výkon P a vymezení oblastí použití v závislosti na dispozicích vodního zdroje (Q znamená průtok turbínou, H je spád)



Obrázek 4: Charakteristika vodních turbín

Vysvětlivky: PIT, PB, S a T jsou pouze různá konstrukční provedení Kaplanovy turbíny

2.4 Elektřina z geotermální energie

2.4.1 Úvod

Teplota zemského jádra je přibližně 5000 °C. Vysoká teplota zemského jádra je způsobena teplem uvolněným při formaci Země před 4,5 miliardami let, kdy kinetická energie srážek materiálů byla přeměněna v teplo. Zemské jádro je stále oteplováno rozpadem radioaktivních izotopů s dlouhým poločasem rozpadu. Geotermální výkon Země je přes 40 000 GW, tedy přibližně jako 20 000 jaderných elektráren Temelín. Celkový instalovaný výkon geotermálních elektráren ve světě se odhaduje na 8 000 MW. Geotermální energií je teplo získané z nitra Země. Tato energie se využívá pro vytápění nebo výrobu elektrické energie v geotermálních elektrárnách.

V přírodě se vyskytují zpravidla čtyři typy geotermálních systémů:

- Teplé suché horniny
- Hydrotermální
- Geotlaké
- Magmatické

V současné době se ve světě používají k výrobě elektřiny zejména hydrotermální systémy. Pro tyto systémy nejsou v České republice geologické podmínky. V České republice se počítá s využíváním teplých suchých hornin (HDR – hot dry rock).

2.4.2 Energie teplých suchých hornin

V zemi jsou geotermální rezervoáry, které leží na nepropustné vrstvě a obsahují vodu ve formě kapalné nebo plynné fáze. Tyto rezervoáry jsou pouze na některých místech. Daleko častější výskyt mají rezervoáry složené z nepropustné horniny jako je např. kámen. Pro přenos tepla z těchto oblastí je nutné tyto horniny uměle rozbít, přeměnit je na propustné a zavést do nich tekutiny vhodné pro přenos tepla.

Ve vybrané lokalitě jsou vytvořeny nejméně dva vrty, které končí přibližně 600 m od sebe. Jedním vrtem je vedena studená voda, která prochází propustným rezervoárem, kde se otepluje. K povrchu se vrací čerpacím vrtem a přináší s sebou energetický obsah. Systémy HDR pracují v uzavřeném cyklu. Tato technologie umožňuje využívat geotermální energii pro výrobu elektrické energie i v zemích, ve kterých neexistují klasické (hydrotermální) geotermální zdroje.

Hlavní výhodou technologie HDR je neškodnost vůči životnímu prostředí, vyšší dostupnost a ve velkém potenciálu, který má. Není závislá na klimatu jako solární, větrná, vodní a energie z biomasy. Zařízení může pracovat na rozdíl od ostatních obnovitelných zdrojů 8760 hodin v roce a přitom se dají lehce regulovat.

Úvahy o možnostech geotermálních projektů HDR u nás počítají s gradientem 30 K/km a hloubkami vrtů 5 km. Tzn., že se uvažuje s pracovní teplotou média 150 °C. Získaná energie se dá použít pro vytápění nebo k výrobě elektřiny. Toto získané medium však nemůžeme použít jako pracovní medium do turbínového okruhu, protože má pro klasický parní Rankinův cyklus nevhodné parametry.

2.4.3 Organický Rankinův cyklus

Pracovní látka s nízkým bodem varu pracuje v uzavřeném termodynamickém cyklu, tzv. organickém Rankinově cyklu (ORC). Pracovní látka (směs organických látek) je odpařena přijmutím geotermálního tepla z vody dodávané vrtem ve výparníku. Pára expanduje průchodem organickou parní turbínou, spojenou s generátorem. Dále pak pára kondenzuje zpět v pracovní látku a je přivedena znova do výparníku. Účinnost těchto cyklů se pohybuje mírně nad 10 %.

2.4.4 Kalinův cyklus

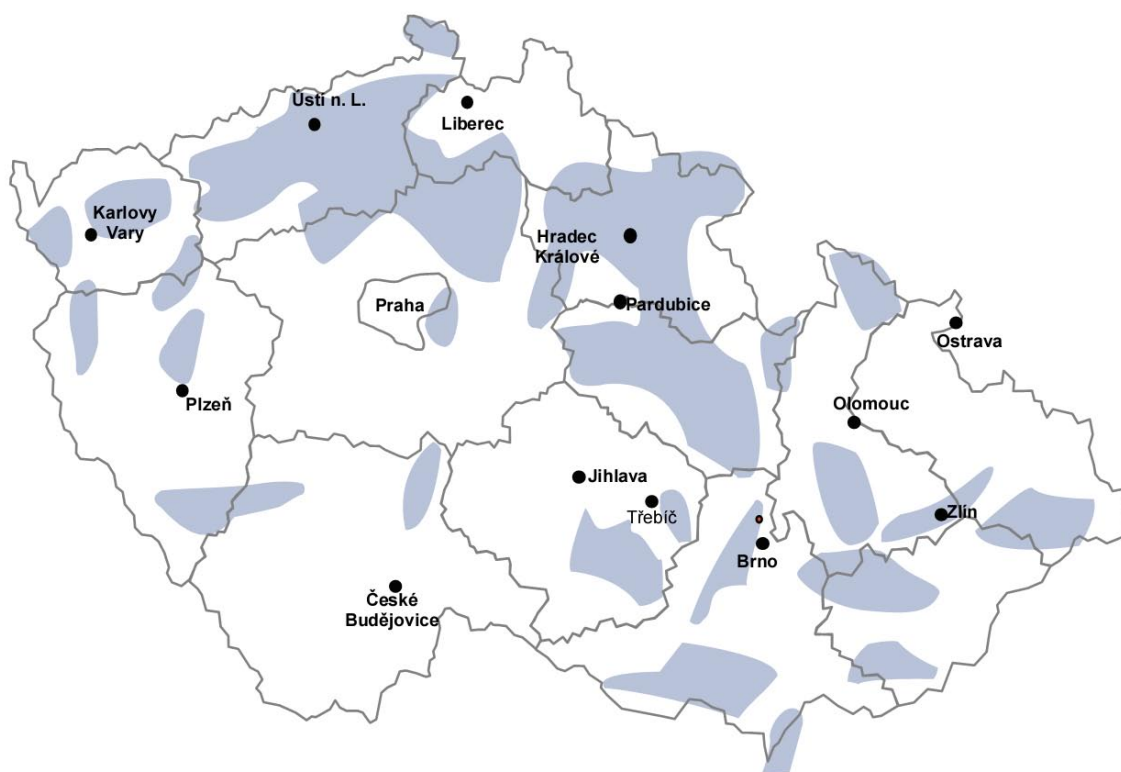
Tento cyklus pracuje na principu neorganického Rankinova cyklu a jako pracovní látku využívá směs vody a čpavku. Tento cyklus v uvedeném případě dosahuje účinnosti kolem 15 %. (tj. o 50 % vyšší termodynamické účinky oproti užitému ORC). Směs 85 % čpavek/voda umožňuje proces s variabilní teplotou v konvenčním podkritickém ohřívači. Při tlaku 3,1 MPa začíná pracovní látka var při 74 °C.

2.4.5 Potenciál HDR v ČR

Za předpokladu, že bychom blok Českého masivu o mocnosti 4 km ochladili o 1°C, získali bychom teoretický potenciál 500 000 PJ, přičemž roční spotřeba primárních energetických zdrojů v ČR je cca 1 800 PJ.

Z řady studií je možné odvodit, že na našem území je podle prvních výpočtů možné identifikovat minimálně 60 lokalit vhodných pro výrobu elektřiny s celkovým

výkonem cca 250 MW a tepla na vytápění s výkonem cca 2 000 MW, tedy roční výrobu cca 2 TWh elektřiny a 14,4 PJ využitého tepla.



Obrázek 5: Nejvhodnější lokality pro HDR projekty

2.5 Energetické využívání biomasy

2.5.1 Úvod

Biomasa je potencionálně velmi vydatný čistý zdroj energie. Energie biomasy pochází se slunce a celková roční produkce na světě je přibližně $2 \cdot 10^{14}$ kg. Biomasou je například dřevo, sláma, organický odpad a účelově pěstované energetické rostliny. Po celém světě se už od dávných časů biomasa využívala jako palivo. Dnes nám už nové technologie umožňují využívat biomasu mnohem efektivněji než dříve. Můžeme ji použít např. k výrobě tepla, elektřiny nebo jako pohonné hmoty. Cíleně pěstovaná biomasa navíc přináší i užitek v širších souvislostech: zlepšuje ekologii krajiny, umožňuje efektivní využití půdy a přináší i nové pracovní příležitosti.

2.5.2 Hlavní typy biomasy v ČR

Biomasa je látka organického původu, která zahrnuje biomasu pěstovanou v půdě a vodě, živočišnou biomasu, produkci organického původu a organické odpady. V podmínkách České republiky představují biomasu zejména:

- Dřevní odpady – štěpky, piliny, hoblíny, kůra, větve a pařezy
- Nedřevní fytomasa – zelená biomasa, obilná a řepková sláma, energetické plodiny
- Průmyslové a komunální odpady rostlinného původu
- Kapalná biopaliva

2.5.3 Výroba energie z biomasy

Z hlediska metody výroby energie z biomasy se dnes v praxi používají následující procesy:

- 1) Suché procesy – termochemické přeměny biomasy
 - spalování,
 - zplyňování,
 - pyrolýza
- 2) Mokré procesy – biochemické přeměny biomasy
 - alkoholové kvašení,

- metanové kvašení
- 3) Získávání odpadního tepla při zpracování biomasy
- kompostování,
 - čištění odpadních vod,
 - anaerobní fermentace pevných organických zbytků

Spalování biomasy

Technologie přímého spalování biomasy je nejběžnější způsob jejího energetického využití. Je to metoda v praxi ověřená a komerčně dostupná. Spalovací zařízení se vyrábí v různých provedeních a výkonech, přičemž jsou schopné spalovat prakticky jakékoli palivo od dřeva přes slámu až po biologický komunální odpad. Dřevo se zahřívá a za přítomnosti vzduchu hoří, jde tedy o prosté spalování. Biomasu lze také zahřívát na vysoké teploty, kdy začne organický materiál uvolňovat hořlavé plyny. Následně se spaluje plynná složka a část vzniklého tepla je použita na zplyňování další biomasy.

Pyrolýza

Pyrolýza je jednoduchý a pravděpodobně nejstarší způsob úpravy biomasy na palivo vyšší kvality tzv. dřevěné uhlí. Na jeho výrobu je kromě dřeva možné použít i jiné suroviny např. slámu. Pyrolýza spočívá v zahřívání biomasy v nepřítomnosti vzduchu na teplotu 300 – 500 °C, až do doby, kdy všechny prchavé látky neuniknou. Zbytek je dřevěné uhlí, které má téměř dvojnásobnou energetickou hodnotu v porovnání se vstupní surovinou. Ve světě se dnes vyrábí dřevěné uhlí zejména pyrolýzou dřeva. V závislosti na obsahu vlhkosti a účinnosti procesu je potřebných asi 4 – 10 tun dřeva na výrobu jedné tuny dřevěného uhlí.

Anaerobní fermentace

Při rozkladu organických látek v uzavřených nádržích bez přístupu kyslíku vzniká bioplyn. Mezi základní druhy biomasy, které se používají pro anaerobní výrobu bioplynu jsou exkrementy hospodářských zvířat, fytomasa, odpady ze zpracovatelského a potravinářského průmyslu a tříděné domovní a komunální odpady.

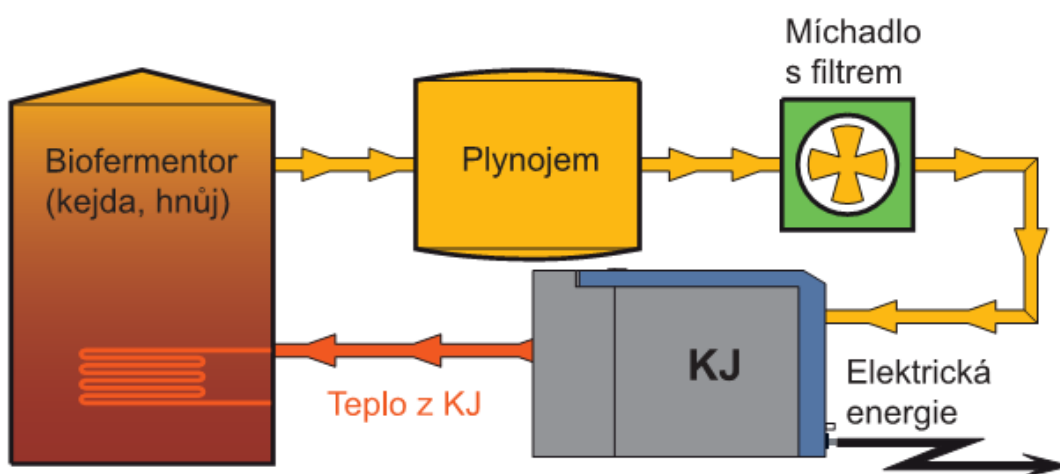
Rozeznáváme dva druhy procesů:

Mokrý fermentace – zpracování biomasy s obsahem sušiny < 12 %

Suchá fermentace – zpracování biomasy s obsahem sušiny 20 až 60 %

Rozsah pH, potřebný pro život bakterií, je v intervalu 4,5 – 8. Pro potřeby metanogenní fermentace se doporučuje udržovat pH v intervalu 6,7 – 7,6. Základní podmínkou pro

stability procesu je zabránění proniknutí kyslíku do fermentoru, neboť zpomaluje potřebné reakce. Průměrná doba držení biomasy v reaktoru činí 20 – 30 dnů.



Obrázek 6: Bioplynová stanice pro mokrou fermentaci

3 Neobnovitelné zdroje energie

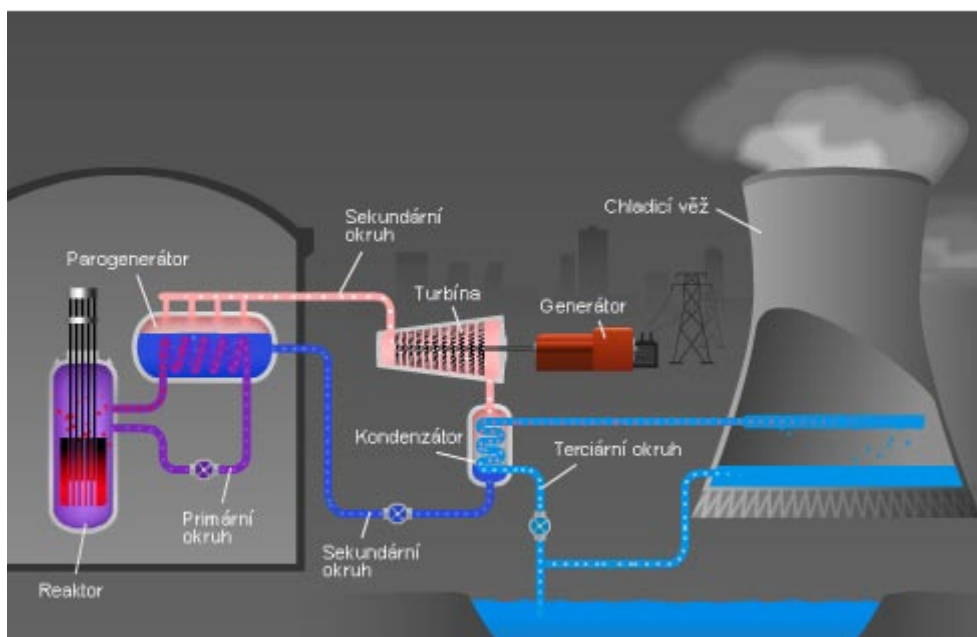
3.1 Jaderná energetika

3.1.1 Úvod

V současnosti svět řeší v oblasti energetiky dva globální problémy. První problém je stále se zvyšující spotřeba elektřiny a druhý je negativní vliv emisí na změnu klimatu na Zemi. Oba tyto problémy řeší jaderná energetika. Jaderné elektrárny neprodukují prakticky žádné tzv. skleníkové plyny (CO₂) a zároveň patří všude ve světě k nejlevnějším zdrojům elektrické energie. Cena elektřiny, vyrobené v jaderných zdrojích, je srovnatelná nebo nižší než cena elektřiny vyrobená v uhelné nebo plynové elektrárně. V palivových nákladech se na rozdíl od ostatních zdrojů zohledňují i externí náklady např. na nakládání s odpady, zdravotní a environmentální vlivy. Jaderná energetika má i dostatek surovin pro výrobu paliva. Světové zásoby ekonomicky dostupných jaderných paliv mohou bez recyklace paliva vystačit na 90 let. [11]

3.1.2 Princip jaderné elektrárny

Jaderná elektrárna funguje na podobném principu jako elektrárna uhelná. U obou typů elektráren se energie vyrábí v generátoru poháněném parní turbínou. V uhelné elektrárně vzniká teplo k vytvoření páry spalováním uhlí. V jaderné elektrárně vzniká teplo řízenou reakcí při štěpení jader uranu nebo plutonia.



Obrázek 7: Schéma jaderné elektrárny

V reaktoru dochází k řízenému štěpení jader uranu. Při štěpné reakci se uvolňuje velké množství tepelné energie. V primárním okruhu proudí voda. Teplo, vytvořené v reaktoru, odvádí voda primárního okruhu do tepelného výměníku (neboli parogenerátoru). V parogenerátoru předává voda primárního okruhu své teplo do sekundárního okruhu. Vzniká zde pára. Pára je sekundárním okruhem vedena na turbínu. Pára roztáčí turbínu a ta pohání generátor elektrické energie. V generátoru se mechanická energie rotace turbíny přeměňuje na elektřinu. V kondenzátoru se ochlazuje pára přicházející z turbíny. Pára se přeměňuje na vodu, která se vrací do parogenerátoru. Třetím okruhem proudí chladicí voda, která v kondenzátoru odebírá teplo páře. V chladicí věži se odparem v proudícím vzduchu ochlazuje voda terciárního okruhu. Do ovzduší z věže stoupá jen čistá vodní pára.

3.2 Uhelné elektrárny

3.2.1 Úvod

První elektrárnu na světě sestrojil podnikatel a vynálezce Thomas Alva Edison již v roce 1882. Dynamo bylo poháněno parním strojem a dodávalo stejnosměrné napětí 110 V. Od té doby byl technický pokrok tepelných elektráren vsutku velký. V současné době se ve světě z uhlí vyrábí 44 % veškeré elektrické energie. V České republice se uhelné elektrárny podílejí na výrobě přibližně jednou polovinou.

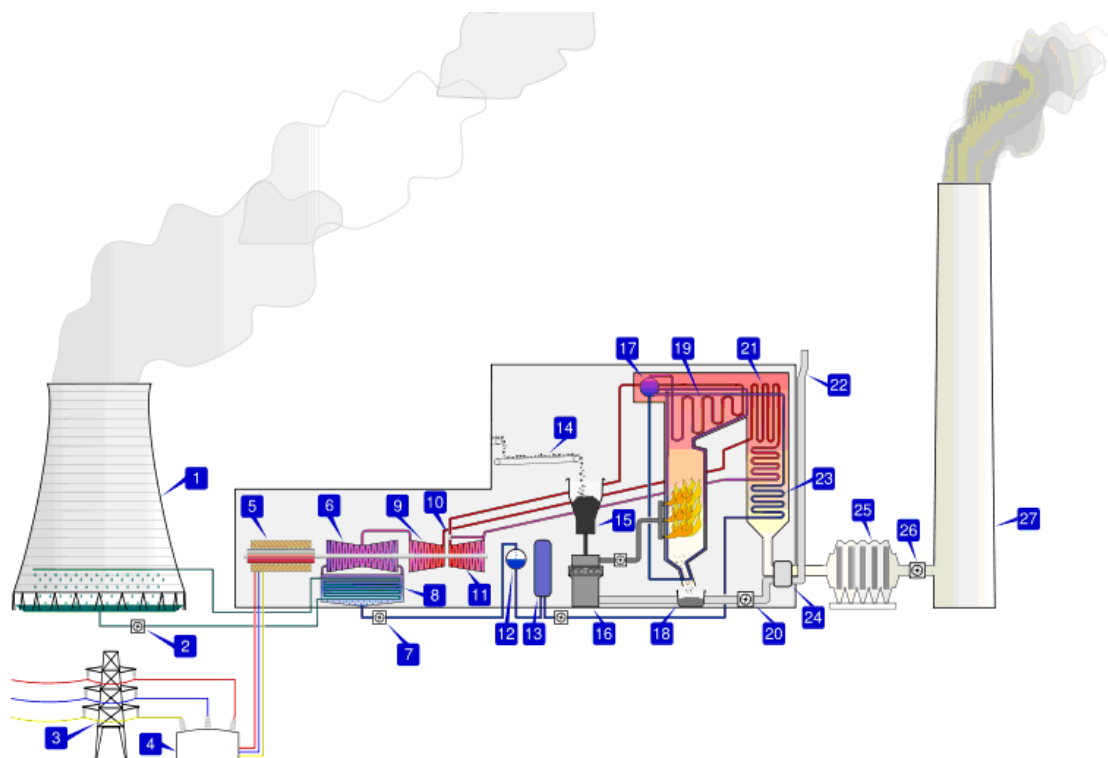
3.2.2 Princip uhelné elektrárny

Uhelná elektrárna je složitým průmyslovým provozem, v němž se energie ukrytá v palivu přeměňuje na energie elektrickou. Ze zásobníků paliva se uhlí pásovými dopravníky dopraví do mlýnků, suší se a mele na jemný prášek. Uhlí prach se vzduchem vhání do hořáků kotle. Při spalování předává energii vodě v trubkách, které tvoří vnitřní stěny kotle. Voda se mění na páru o teplotě 530 – 550 °C. Přehřátá pára vstupuje do turbíny a roztáčí její lopatky. Turbína je na společné hřídeli s elektrickým generátorem, v němž elektromagnetickou indukcí vzniká elektrický proud. Elektřina se z generátoru vyvádí přes transformátory do elektrické sítě. Pára, která v turbíně vykonala práci, odchází do kondenzátoru, kde se ochladí, zkondenzuje zpět na vodu a voda se čerpadly vhání zpět do trubek kotle.

Chladicí okruh kondenzátorů prochází přes chladicí věže. V nich se teplá voda rozstřikuje a chladí se venkovním vzduchem. Chladná voda se z bazénků pod chladicími věžemi čerpá zpět do kondenzátorů.

Ze spalin se odstraňují tuhé znečišťující látky (prach, saze, popílek) v odlučovacích. Elektrostatický odlučovač je systém elektrod, kolem nichž spaliny procházejí. Částice prachu ve spalinách se elektrostaticky nabíjí na nabíjecích elektrodách a přitáhnou k opačně nabitým sběrným elektrodám. Z nich se mechanicky oklepávají do výsypek. Účinnost elektroodlučovačů je přibližně 99 %.

Nejpoužívanější metodou k odstranění oxidu siřičitého ze spalin je mokrá vápencová vypírka. K tomu slouží odsiřovací zařízení. Vyčištěné a odsiřené plyny odcházejí do komína.



Obrázek 8: Princip uhelné elektrárny

Tabulka 4: Vysvětlivky k principu uhelné elektrárny

Vysvětlivky	
1. Chladicí věž	15. Zásobník na uhlí
2. Čerpadlo chladicí vody	16. Drtič uhlí
3. Vedení VN	17. Parní kotel
4. Transformátor	18. Jímka na popel
5. Generátor	19. Předehříváč páry
6. Nízkotlaká turbína	20. Dmychadlo
7. Čerpadlo kondenz. vody	21. Prostřední ohříváč
8. Kondenzátor	22. Vstup vzduchu
9. Střednětlaká turbína	23. Chladič kouře
10. Regulátor páry	24. Předehříváč vzduchu
11. Vysokotlaká turbína	25. Čistič kouře
12. Odvzdušňovač	26. Sací čerpadlo
13. Předehříváč zásobní vody	27. Komín
14. Přísun uhlí	

4 Vybrané zdroje elektrické energie

Z každé skupiny byl vybrán jeden konkrétní příklad elektrárny, ze kterého se bude vycházet při porovnání LCC jednotlivých zdrojů elektrické energie.

4.1 Větrná elektrárna Vestas V90

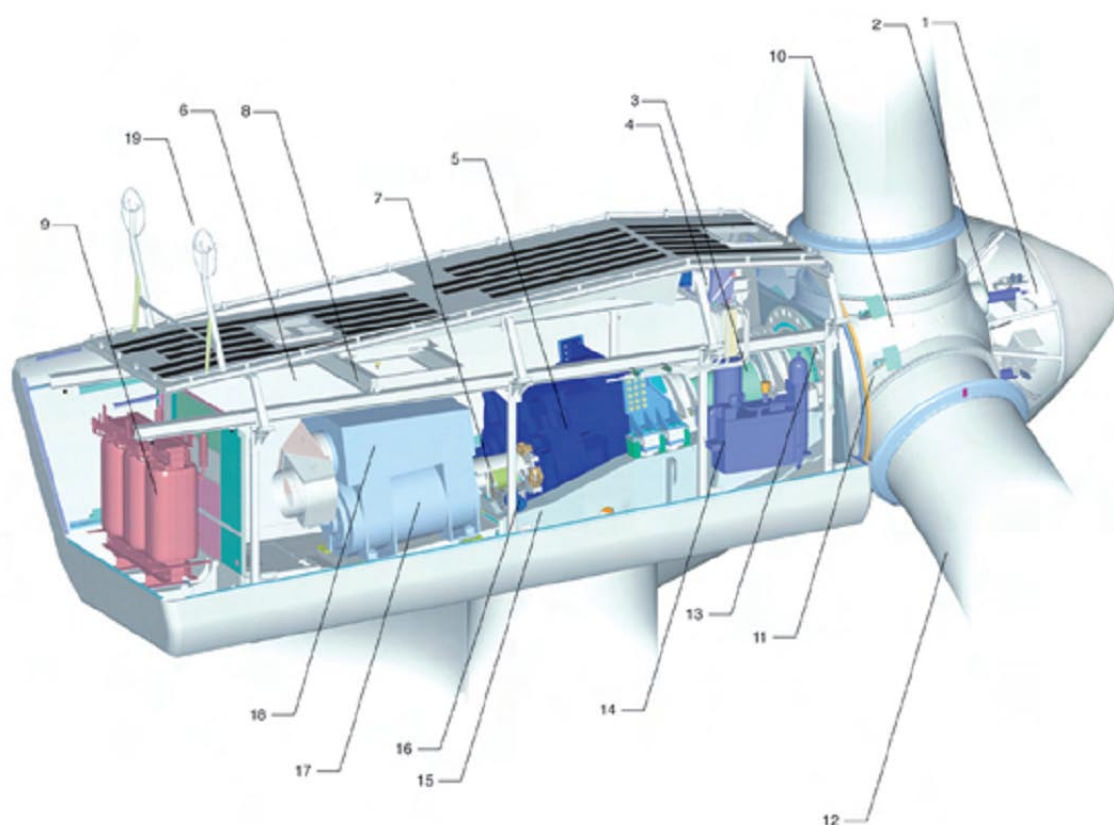
Mezi nejvýznamnějšího představitele skupiny větrných elektráren patří větrná elektrárna Vestas V90-2,0 MW. Jedná se o typ větrné elektrárny s moderní technologií a řadicí se svým výkonem do kategorie velkých VTE.

Rotor je vybaven systémem OptiSpeed, který umožňuje rotoru pracovat s různým počtem otáček. Naklápění listů trojlístého rotoru je možné regulovat zařízením OptiTip, což je zvláštní regulační systém naklápění listů. Listy rotoru jsou vždy optimálně přizpůsobeny příslušným větrným podmínkám. Tímto je optimalizována výroba energie i hladina hluku.

Technické parametry a schéma větrné elektrárny Vestas V-90 – 2,0MW jsou dle [6] následující.

Tabulka 5: Technické parametry a schéma větrné elektrárny Vestas V-90

Jmenovitý výkon	2000 kW
Jmenovitá rychlost větru	14,0 m/s
Zapojovací rychlost větru	4,0 m/s
Odporovací rychlost větru	23,0 m/s
Průměr rotoru	90,0 m
Plocha rotoru	6362 m ²
Počet listů rotoru	3
Počet otáček rotoru	8,2 - 17,3 ot/min
Hmota včetně náby	36,3 t
Hmota gondoly(bez rotoru)	68,0 t
Generátor	asynchronní, zdvojené napájení
Počet otáček generátoru	1680 ot/min
Napětí	690 V
Regulace otáček	aktivní naklápění listů vrtule
Hlavní brzdový systém	postavení listů do praporu
Vedlejší brzdový systém	kotoučové brzdy
Natáčení gondoly	4 elektrické motory
Výšky a hmotnosti kónických ocelových věží	80,0 m - 147 t
	95,0 m - 200 t
	105,0 m - 224 t



- | | | |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 řízení listů rotoru | 8 servisní jeřáb | 15 základní rám |
| 2 pitch válec | 9 transformátor | 16 otáčivý věnec |
| 3 hlavní hřídel | 10 rotorová hlava | 17 OptiSpeed generátor |
| 4 chlazení oleje | 11 ložisko listu rotoru | 18 chlazení generátoru |
| 5 převodovka | 12 list rotoru | 19 anemometr |
| 6 VMT Top řízení | 13 aretace | |
| 7 disková brzda | 14 hydraulická jednotka | |

Obrázek 9: Větrná elektrárna Vestas V-90

4.2 Sluneční elektrárna Bušanovice

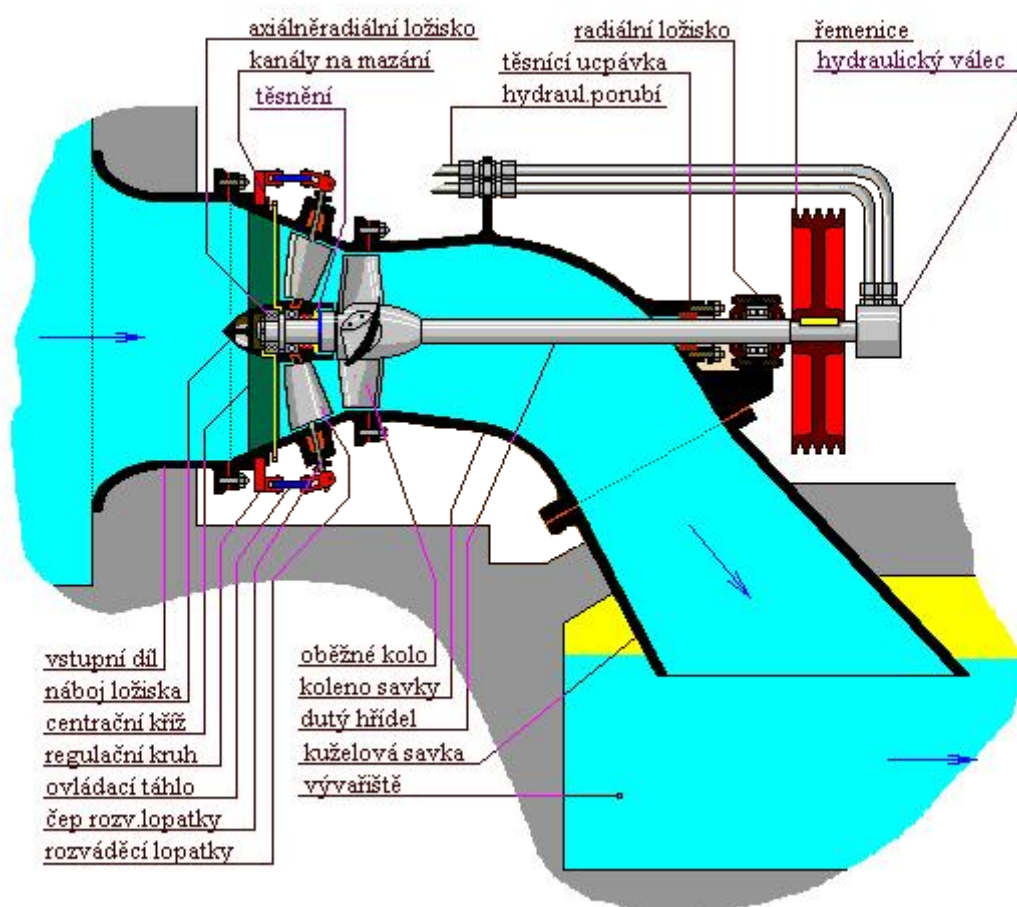
Bušanovice leží v Jižních Čechách přibližně 40 km od Českých Budějovic. Fotovoltaická elektrárna se stavěla na dvě etapy. První etapa se skládala z 5 320 ks solárních panelů, které měly celkový výkon 693 kW. První etapa stála 85 000 000 Kč, přičemž dotace z fondu OPMP činila 29 200 000 Kč. Druhá etapa měla 3 816 ks solárních panelů, které měly celkový výkon 668 kW. Náklady na druhou etapu dostavby dosáhly 77 000 000 Kč, přičemž dotace už byly nulové.

S celkovým výkonem 1,361 MW je elektrárna Bušanovice největší podobnou elektrárnou ve střední Evropě. Provozovatelé očekávají, že elektrárna vyrobí více než

1,26 GWh elektrické energie za rok. Provozní náklady na výrobu 1 kWh jsou přibližně 1,47 Kč. [13]

4.3 Malá vodní elektrárna Bukovec

Malá vodní elektrárna Bukovec stojí na řece Berounce u Plzně. Je to průtočná vodí elektrárna, která využívá hydrostatický potencionál řeky, vytvořený pevným jezem. Vtok do derivačního kanálu je cca 700 m před elektrárnou a je osazen hrubými česly a stavidly. Vlevo od nich je vtok do rybiho přechodu, jehož obloukové koryto ústí do podjezí. Na vtocích obou turbín elektrárny jsou jemná česla, z nichž zachycené plávi vymetají dva čistící stroje do žlabu ústícího do sběrného kontejneru. Vedle budovy je bazénkový rybí přechod. Elektrárna je bezobslužná a její provoz je řízen automaticky. Dvě Kaplanovy horizontální a plně regulovatelné turbíny mají společný instalovaný výkon 630 kW. Roční průměrná výroba elektřiny je 2 400 MWh. Tato elektrárna byla spuštěna v lednu v roce 2007 a patří mezi nejmodernější malé vodní elektrárny v České republice.

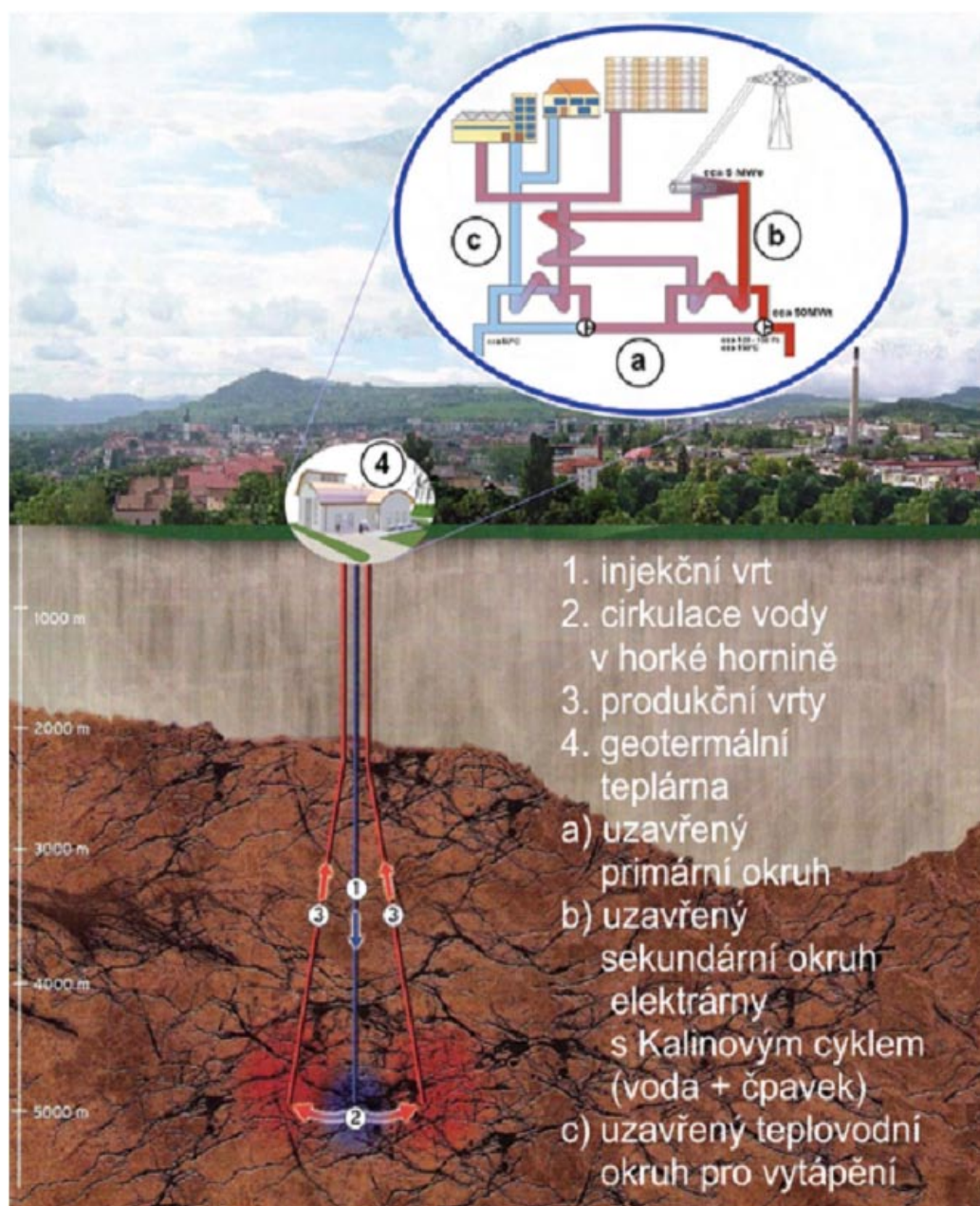


Obrázek 10: Schéma Kaplanovy turbíny

4.4 Geotermální projekt Litoměřice

Litoměřice leží v oblasti, kde jdou vhodné podmínky pro nasazení systému HDR. Návrh projektu HDR Litoměřice počítá s vyvrtáním 3 vrtů. Rámcově se jedná o hloubky 5 km. Předpokládá se získání až 140 l/s média o teplotě cca 150 °C. To představuje, při ochlazení média na 70 °C, tepelný výkon cca 50 MW. Projekt počítá s výrobou elektřiny i tepla. Při 12 % účinnosti Kalinova cyklu se jedná o elektrárnu s výkonem 1 MW. Na vstupu výměníku bude k dispozici voda o teplotě 70 °C.

Investiční náklady projektu budou cca 1,1 mld. Kč.



Obrázek 11: Projekt HDR Litoměřice

4.5 Bioplynová stanice

Do stavby bioplynové stanice o výkonu 284 kW je celková investice přibližně 42 600 000 Kč. [15] Bioplynové stanice mají velké roční využití, téměř 7 800h ročně. Díky velkému ročnímu využití dodá průměrně ročně do sítě 2 215 MWh elektrické energie. Jako palivo se používá bioplyn, který se vyrábí z travní hmoty. Výkupní cena travní hmoty se pohybuje v rozmezí 700 – 1 000 Kč/tunu.

4.6 Jaderná elektrárna Temelín

Jaderná elektrárna Temelín je elektrárna s největším instalovaným výkonem v České republice. Nachází se u obce Temelín v Jihočeském kraji, okres České Budějovice. Elektrárna vyrobila v roce 2007 12,264 TWh [3] elektrické energie, což je přibližně 14 % výroby elektřiny v Česku. Koeficient ročního využití v roce 2007 byl kolem 70 %. Ke stabilnímu provozu Temelína byl spuštěn v roce 2007 program „BEZPEČNĚ 15 TERA“, jehož cílem je dosáhnout očekávané bezpečné a spolehlivé roční výroby elektřiny na úrovni 15 TWh. [1]. Po dokončení programu „BEZPEČNĚ 15 TERA“ by měl koeficient ročního využití dosahovat 85 %.

Původní projekt počítal s výstavbou čtyř bloků. Nakonec JETE je vybavena dvěma tlakovodními reaktory VVER-1000, každý o výkonu 3000 MW a elektrickém výkonu 1000MW. Hmotnost reaktoru bez chladiva je přibližně 800 t. Jako palivo slouží oxid uraničitý UO₂ s průměrně 3,82 % obohaceného uranu 235 [3]. V jednom reaktoru je 163 palivových kazet s celkem 92 tunami paliva. [2] Každoročně se mění přibližně ¼ paliva, tj. 40 kazet (23 tun paliva).

Za každou vyrobenou kilowatthodinu elektřiny se musí odvést 5 haléřů na tzv. jaderný účet, kde se shromažďují prostředky na uložení vyprodukovaného radioaktivního paliva [17].

4.7 Uhelná elektrárna Lippendorf

Jedná se pravděpodobně o nejmodernější a nejmladší uhelnou elektrárnu v Evropě. Byla spuštěna v roce 2000. Elektrárna má dva bloky, každý o výkonu 920 MW. Při spalování se používá uhlí rozemleté na prášek, které se spaluje při teplotě 550 °C. Účinnost kotle, kde se voda mění v horkou páru, která roztáčí turbínu, je skoro 91

%. Zatímco před čtyřiceti lety bylo potřeba na výrobu jedné kilowatthodiny spálit 1820 gramů uhlí, teď to je méně než polovina - přesně 815 gramů. Čím vyšší účinnost elektrárny, tím méně uhlí se spálí, a tím méně vznikne zplodin.

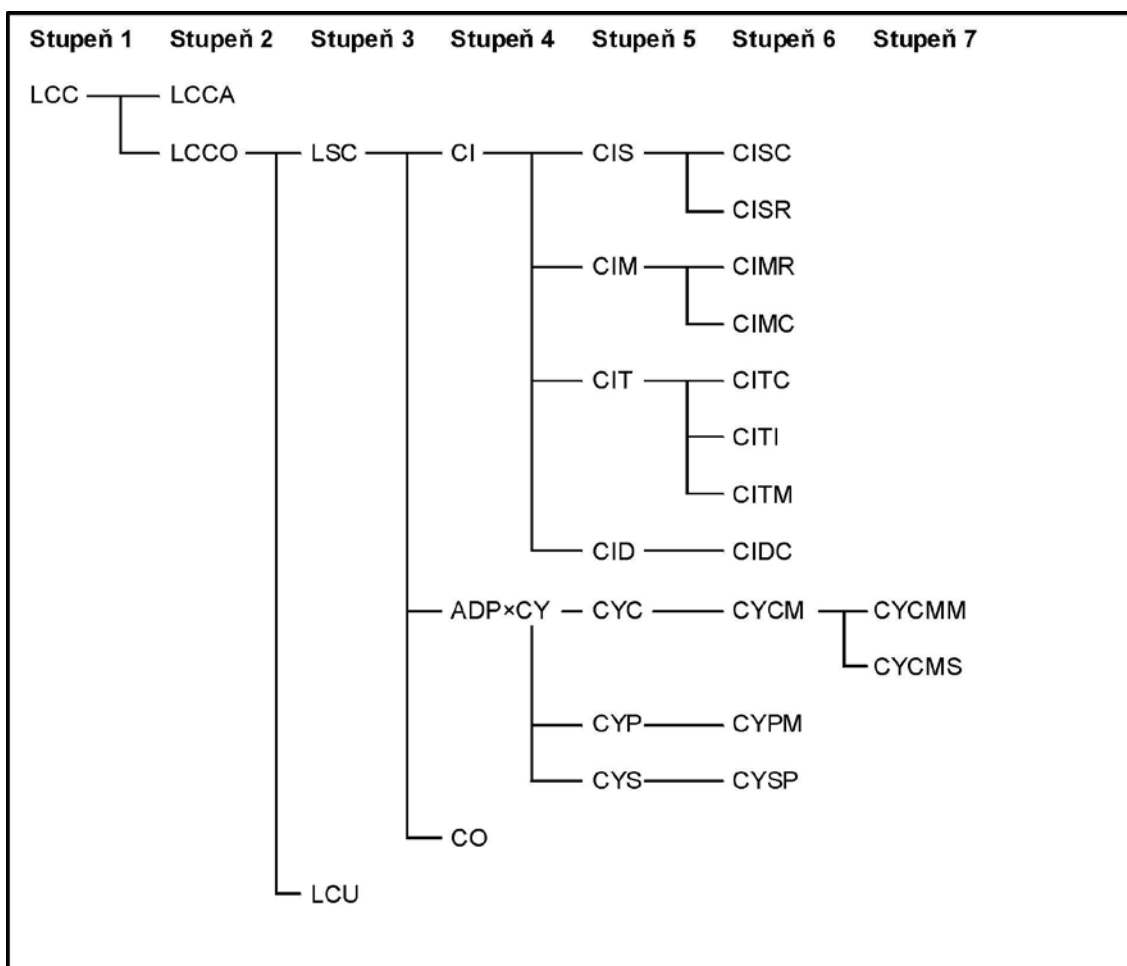
Díky nové fluidní technologii, tzv. podstechiometrickému spalování, vzniká pak minimální množství škodlivin - oxidů dusíku a popílku. Síra je pak odstraňována v trojstupňovém odsiřovacím zařízení. Za hodinu se tak spotřebuje 730 tun uhlí a 25 tun vápence na odsíření. Jako vedlejší produkt v odsiřovacím zařízení vzniká sádrovec, který se zpracovává v přilehlé továrně na sádrokartony. Denně se spálí 35 000 tun uhlí, které se dopravuje z přilehlého povrchového dolu. Zásoby uhlí jsou zde na celou dobu životnosti elektrárny.

Výstavba této elektrárny stála téměř 85 mld. korun.

5 Náklady životního cyklu

Pro účely porovnání nákladů životního cyklu pro jednotlivé zdroje elektrické energie bylo nutné vytvořit ekonomický model, který analyzuje veškeré náklady spojené s pořízením a provozem každé elektrárny. Tento ekonomický model je založen na pořizovacích a vlastnických nákladech. Kostra modelu vycházející z [14] je inspirována normou ČSN EN 60300-3-03 Management spolehlivosti – Analýza nákladů životního cyklu.

Model pracuje se dvěma základními položkami (pořizovací, vlastnické náklady). Tyto položky se dále vhodně strukturálně rozčlení na jednotlivé vrstvy až po nejnižší vhodný stupeň.



Obrázek 12: Hierarchická struktura rozčlenění nákladů

5.1 Parametry vstupující do modelu

5.1.1 Náklady na stupni 1

Celková suma nákladů životního cyklu (LCC) se skládá ze dvou základních kategorií – z pořizovacích a vlastnických nákladů.

$$\text{LCC} = \text{LCCA} + \text{LCCO} \quad (2)$$

LCCA – pořizovací náklady [Kč]

LCCO – vlastnické náklady [Kč]

5.1.2 Náklady na stupni 2

Pořizovací náklady (LCCA)

První kategorie jsou pořizovací náklady (LCCA). Pořizovací náklady jsou peněžní sumy, které vznikají v souvislosti se stavbou nové elektrárny.

Vlastnické náklady (LCCO)

Druhou kategorií jsou náklady vlastnické (LCCO). Vlastnické náklady do sebe zahrnují veškeré peněžní toky spjaté s údržbou, náhradními díly, energií, pracovní silou a dalšími faktory. Tyto sumy jsou na rozdíl od pořizovacích nákladů větší měrou závislé na časových změnách. Základní dělení těchto nákladů je rozdělení na náklady na zajištění po celou dobu života objektu (LSC) a náklady na sankce z nepohotovosti po celou dobu života objektu (LCU)

$$\text{LCCO} = \text{LSC} + \text{LCU} \quad (3)$$

LSC – Náklady na zajištění po celou dobu života objektu [Kč]

LCU – Náklady na sankce z nepohotovosti po celou dobu života z objektu [Kč]

5.1.3 Náklady na stupni 3

Vlastnické náklady se dělí na následující dílčí náklady:

Náklady na sankce z nepohotovosti (LCU)

Toto jsou náklady na sankce (ztráty), které musí společnost uhradit z důvodu nepohotovosti objektu.

Náklady na zajištění (LSC)

Velmi důležitou částí vlastnických nákladů jsou náklady na zajištění po celou dobu života objektu. Tyto náklady v sobě promítají veškeré investice, které jsou potřeba

na provoz a údržbu objektu. Údržba objektu v provozuschopnosti lze údržbou preventivní, což znamená pravidelnou plánovanou prohlídku a opravení vadných částí, ještě než dojde k jejich úplnému porušení. Nebo lze udržovat objekt ve funkčním stavu opravou po poruše. Taková oprava je zpravidla nákladnější, delší a nese sebou další rizika, jako je neplánované zastavení celého výrobního procesu. Náklady na zajištění po celou dobu života objektu se skládají z několika hlavních částí.

$$\mathbf{LSC=CI + (ADP \times CY) + CO} \quad (4)$$

CI – náklady na investice do zdrojů zajištění údržby [Kč]

CY – náklady na údržbu za jeden rok [Kč]

ADP – je aplikační faktor, kterým se bere v úvahu počet let a použitá kapitálová účast

CO – náklady na provoz objektu [Kč]

5.1.4 Náklady na stupni 4

Náklady na investice do zdrojů zajištění údržby (CI) (4) se skládají ze čtyř dílčích položek.

$$\mathbf{CI = CIS + CIM + CIT + CID} \quad (5)$$

CIS – náklady na investice do náhradních dílů [Kč]

CIM – náklady na investice do zařízení, přístrojové vybavení pro potřebné údržby [Kč]

CIT – náklady na investice do výcviku/školení personálu [Kč]

CID – náklady na investice do dokumentace [Kč]

CO – provozní náklady CO mohou být vypočteny s uvažováním následujících nákladových položek, pokud jsou vhodné:

- náklady na spotřebu
- náklady na hodinu práce jednoho pracovníka
- náklady na spotřebu materiálu
- atd.

5.1.5 Náklady na stupni 5

Investiční náklady na zařízení údržby (CIM) jsou dány vzorcem:

$$\text{CIM} = (\text{NC} \times \text{CIMC}) + (\text{NR} \times \text{CIMR}) \quad (6)$$

CIMC – jsou náklady na investice do zařízení údržby pro ústřední dílnu

CIMR – jsou náklady na investice do zařízení údržby pro regionální dílnu

NC – je počet ústředních dílen

NR – je počet regionálních dílen

5.1.6 Náklady na stupni 6

CISC – jsou náklady na investice do opravitelných jednotek na ústřední úrovni [Kč]

CISR – jsou náklady na investice do opravitelných jednotek na regionální úrovni [Kč]

CIMR – jsou náklady na investice do zařízení údržby pro všechny regionální dílny [Kč]

CIMC – jsou náklady na investice do zařízení, nástrojů, zvedacích pomůcek atd. údržby pro ústřední dílnu [Kč]

CITC – jsou náklady na investice do výcviku/školení na ústřední úrovni [Kč]

CITI – jsou náklady na investice do služebních instrukcí [Kč]

CITM – jsou náklady na investice do materiálu pro výcvik/školení [Kč]

CIDC – jsou náklady na investice do dokumentace [Kč]

CYCM – jsou roční náklady na údržbu po poruše [Kč]

CYPM – jsou roční náklady na preventivní údržbu [Kč]

CYSP – jsou roční náklady na spotřebu náhradních dílů [Kč]

5.1.7 Náklady na stupni 7

Roční náklady na údržbu objektu po poruše (CYCM) se vypočítají součtem nákladů na materiál a náhradní díly při údržbě po poruše a průměrných ročních nákladů na pracovníka provádějícího tuto údržbu po poruše.

$$\text{CYCM} = \text{CYCMM} + \text{CYCMS} \quad (7)$$

CYCMM – průměrné roční náklady na pracovní hodinu pracovníka provádějícího údržbu po poruše [Kč]

CYCMS – náklady na spotřebu náhradních dílů a materiálu při údržbě po poruše [Kč]

$$\mathbf{CYCMM} = (\lambda_t \times T \times \mathbf{MRT}_t \times P_t \times M) + \mathbf{ENERGY}_t \quad (8)$$

λ_t – četnost údržby po poruše [h⁻¹]

T – počet hodin za jeden rok [h]

\mathbf{MRT}_t – střední doba opravy (obnova objektu po poruše) [h]

P_t – počet pracovníků nutných k údržbě po poruše [1]

M – hodinová mzda pracovníka [Kč]

\mathbf{ENERGY}_t – cena spotřebované energie při údržbě po poruše za rok [Kč]

$$\mathbf{ENERGY}_t = \mathbf{USAGE}_t \times \mathbf{COST} \quad (9)$$

\mathbf{USAGE}_t – spotřeba energie v kWh na údržbu po poruše za rok [kWh]

\mathbf{COST} – cena 1 kWh energie [Kč.kWh⁻¹]

$$\mathbf{CYCMS} = \lambda_t \times T \times \mathbf{CISAt} \quad (10)$$

λ_t – četnost údržby po poruše [h⁻¹]

T – počet hodin za jeden rok [h]

\mathbf{CISAt} – náklady na náhradní díly a materiál na 1 údržbu po poruše [Kč]

5.2 Kritéria hodnocení investic

Z důvodů nedostupnosti konkrétních hodnot nákladů k jednotlivým zdrojům elektrické energie budou pro posouzení ekonomické výhodnosti investice použity tři nejčastější hodnotící kritéria. Tato kritéria patří k nadstavbě nákladů životního cyklu.

Každá firma by měla zvážit, zda je investice firmy z ekonomického pohledu výhodná. Existují různá ekonomická kritéria, která pomáhají s určením výhodnosti investice. Mezi nejpoužívanější metody patří čistá současná hodnota (NPV), vnitřní výnosové procento (IRR) a diskontovaná doba návratnosti investice (DDN). Tyto metody budou použity jako hodnotící kritéria i v této práci. Podle těchto kritérií může firma rozhodnout, zda se investice do určitého projektu vyplatí nebo nevyplatí.

5.2.1 Čistá současná hodnota (NPV)

Čistá současná hodnota je dynamická metoda vyhodnocování efektivnosti investičních projektů. Jedná se o součet všech současných diskontovaných hodnot peněžních toků investice. Jde tedy o aktuální hodnotu budoucích plateb a příjmů, která je časově přepočtená. Časový přepočet finančních toků v jednotlivých letech se provádí z toho důvodu, že jedna koruna dnes má větší hodnotu než jedna koruna zítra. Dnes totiž můžeme korunu investovat a do zítřka nám přinese výnos. Vypočteme současnou hodnotu peněžních toků v každém roce investice a tyto hodnoty sečteme. Jestliže vyjde čistá současná hodnota investice kladná, pak se investice z tohoto hlediska vyplatí. Naopak, jestliže čistá současná hodnota vykáže zápornou hodnotu, investice se nevyplatí. V případě, že vybíráme z několika možných investic, vybereme pochopitelně tu s nejvyšší hodnotou NPV

$$NPV = \sum_0^t DCF_t \quad (11)$$

DCF_t – diskontované peněžní toky v jednotlivých letech [Kč]

$$DCF_t = \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (12)$$

CF_t – roční peněžní toky [Kč]

r – diskont (vyjadřuje přepočet budoucí hodnoty na současnou hodnotu;
zohlednění faktoru času) [%]

Roční peněžní toky (CF – cash flow) v jednotlivých letech se vypočítají jako součet čistého zisku po zdanění a odpisového daňového štítu.

Roční tržby vznikají v závislosti na tom, kolik elektrické energie se dodá do distribuční sítě. Roční vlastnické náklady mohou být pro každý rok jiné. Proměnlivost těchto nákladů je způsobena množstvím oprav v jednotlivých letech, kterých může být v jednom roce málo a v dalším roce může dojít například k nákladné generální opravě. Vlastnické náklady vyjadřují peněžní sumy potřebné pro provoz a údržbu elektrárny ve funkčním stavu. Jsou to tedy náklady vztažené ke každému roku zvlášť.

Zisk před zdaněním se skládá z tržeb a nákladů (náklady mají záporné znaménko). Na zisk před zdaněním je nutno uplatnit daň z příjmu právnických osob. Po zdanění zisku dostaneme čistý zisk po zdanění, který je součástí ročních peněžních toků.

Daň z příjmu právnických osob platí osoby, které nejsou fyzickými osobami a organizační složky státu podle zvláštního právního předpisu. Právnické osoby tedy musí hradit tuto daň každý kalendářní nebo hospodářský rok. Předmětem této daně jsou příjmy (výnosy) z veškeré činnosti a z nakládání s majetkem. Pokud je firma ve ztrátě, pak je daň z příjmu nulová. Vývoj sazby daně z příjmu právnických osob je uveden v následující tabulce.

Tabulka 6: Daň z příjmu právnických osob v ČR

Rok	2008	2009	2010
Sazba daně [%]	21	20	19

Odpisový daňový štít je daňová úspora z odpisů jako daňově uznatelného nákladu. Je to tedy daňové zvýhodnění investic při pořízení. Výše odpisového daňového štítu se určuje procentuálně z odpisů dlouhodobého hmotného majetku.

Odpisy vyjadřují opotřebení dlouhodobého hmotného majetku, který je stálým majetkem podniku a nespotřebovává se jednorázově, ale postupně se opotřebovává. Odpisy lze spočítat dvěma způsoby (rovnoměrné odpisy, zrychlené odpisy). V této práci je pro výpočet použita metoda zrychleného odepisování dlouhodobého hmotného majetku. Stavba elektrárny spadá dle zákona č. 586/1992 Sb. do odpisové skupiny 4 (díla energetická). [12]

Tabulka 7: Koeficienty pro zrychlené odepisování

Koeficienty pro zrychlené odepisování			
Odpisová skupina	V prvním roce odepisování	V dalších letech odepisování kn	Pro zvýšenou cenu
1	3	4	3
2	5	6	5
3	10	11	10
4	20	21	20
5	30	31	30
6	50	51	50

$$\text{Odpisy (1.rok)} = VC / K1 \quad (13)$$

K1 – koeficient pro odepisování v prvním roce

VC – vstupní cena (počáteční investice) [Kč]

$$\text{Odpisy (rok 2-20)} = (2 \times ZC) / Kn - n \quad (14)$$

ZC – zůstatková cena [Kč]

K_n – koeficient pro odepisování v dalších letech

n – počet už odepsaných let [rok]

5.2.2 Diskontovaná doba návratnosti investice (DDN)

Diskontovaná doba návratnosti (DDN) je druhé kritérium pro hodnocení výhodnosti investice, které je v práci použito. Jedná se o obdobné kritérium jako prostá doba návratnosti, ale s rozdílem, že diskontovaná doba není založena na prostém peněžním toku, ale na diskontovaném peněžním toku. Prostý peněžní tok (CF) je tok peněz za určité období, u kterého není zohledněn faktor času. Diskontovaný peněžní tok (DCF) je přepočten do současnosti tak, aby správně vyjadřoval hodnotu budoucích plateb a příjmů. Diskontovaná doba návratnosti je kumulace diskontovaných peněžních toků jednotlivých let. Výstupem této metody je počet let, který vyjadřuje dobu, za kterou peněžní příjmy z investice vyrovnají počáteční kapitálové výdaje (příjmy = počáteční investice).

5.2.3 Vnitřní výnosové procento (IRR)

Proces stanovení vnitřního výnosového procenta představuje iterační metodu hodnocení efektivnosti investičních projektů, která respektuje časové hledisko. Prezentuje výši úrokové míry, při které je čistá současná hodnota investice nulová. Investici realizujeme, jestliže hodnota IRR je větší než uvažovaná diskontní sazba investičního projektu. Hodnotu IRR lze zjistit podle vzorce (7), ale tento výpočet se musí několikrát opakovat, aby bylo dosaženo přesného výsledku. Platí zde, že je-li rozdíl mezi NPV při nižší úrokové míře a NPV při vyšší úrokové míře menší, je výsledek přesnější.

$$IRR = i_n + \left(\frac{NPV_n}{|NPV_n| + |NPV_v|} \right) \times (i_v - i_n) \quad (15)$$

NPV_n – čistá současná hodnota při nižší úrokové míře [Kč]

NPV_v – čistá současná hodnota při vyšší úrokové míře [Kč]

i_n – nižší úroková míra [%]

i_v – vyšší úroková míra [%]

6 Aplikace NPV, DDN a IRR na jednotlivé zdroje elektrické energie

6.1 Vstupní údaje jednotlivých zdrojů elektrické energie

V této kapitole bude vypočtena NPV, DDN a IRR pro jednotlivé zástupce zdrojů elektrické energie. Souhrn vstupních dat je uveden v následujících tabulkách.

Následující tabulky obsahují:

- Výkon – instalovaný výkon generátoru
- Roční výroba elektřiny – počet MWh, dodaných elektrárnou do rozvodové sítě
- Investiční výdaje – celkové náklady spojené se stavbou nové elektrárny
- Náklady na provoz – náklady na údržbu, pojištění, obsluhu
- Daňové prázdny – elektrárny, které vyrábí elektřinu z obnovitelných zdrojů energie, mají podle zákona č.586/1999 Sb. [16] úlevu na daních 5 let od uvedení do provozu
- Roční růst provozních nákladů – zohlednění rostoucích nákladů, spojených s provozem elektrárny
- Roční růst výkupních cen – stanovená minimální výkupní cena + inflace
- Diskont - výnos alternativní investice
- Sazba daně z příjmu – sazba daně z příjmu je pro rok 2009 stanovena ve výši 20 %
- Výkupní cena vyrobené elektřiny – podle energetického regulačního úřadu je pro každý zdroj elektrické energie, který využívá obnovitelné zdroje k výrobě elektrické energie, stanovena minimální výkupní cena 1 MWh na dobu 15-ti let

V následujících tabulkách budou uvedeny vstupní parametry pro každý uvažovaný zdroj elektrické energie v jednotně strukturované podobě.

Tabulka 8: Malá vodní elektrárna Bukovec – Souhrn

Malá vodní elektrárna Bukovec			
Výkon:	0,63 MW	Roční růst provozních nákladů:	2 %
Roční výroba el.:	2 400 MWh	Roční růst výkupních cen:	2 %
Investiční výdaje:	52 000 000 Kč	Diskont:	7 %
Náklady na provoz:	480 000 Kč/rok	Sazba daně z příjmu:	20 %
Daňové prázdny:	5 let	Výkupní cena vyrobené energie:	2700 Kč/MWh

Tabulka 9: Větrná elektrárna Vestas V90 – Souhrn

Větrná elektrárna Vestas V90			
Výkon:	2 MW	Roční růst provozních nákladů:	2 %
Roční výroba el.:	5 000 MWh	Roční růst výkupních cen:	2 %
Investiční výdaje:	94 000 000 Kč	Diskont:	7 %
Náklady na provoz:	1 475 000 Kč/rok	Sazba daně z příjmu:	20 %
Daňové prázdny:	5 let	Výkupní cena vyrobené energie:	2340 Kč/MWh

Tabulka 10: Sluneční elektrárna Bušanovice – Souhrn

Sluneční elektrárna Bušanovice			
Výkon:	1,361 MW	Roční růst provozních nákladů:	2 %
Roční výroba el.:	1 260 MWh	Roční růst výkupních cen:	2 %
Investiční výdaje:	132 000 000 Kč	Diskont:	7 %
Náklady na provoz:	1 852 200 Kč/rok	Sazba daně z příjmu:	20 %
Daňové prázdny:	5 let	Výkupní cena vyrobené ener.:	12790 Kč/MWh

Tabulka 11: Geotermální projekt Litoměřice – Souhrn

Geotermální projekt Litoměřice			
Elektrický výkon:	1 MW	Roční růst provozních nákladů:	2 %
Tepelný výkon:	50 MW	Roční růst výkupních cen:	2 %
Roční výroba tepla	420 000 GJ	Diskont:	7 %
Roční výroba el.:	7 000 MWh	Sazba daně z příjmu:	20 %
Investiční výdaje:	1 100 000 000 Kč	Výkupní cena vyrob. tepla:	200 Kč/GJ
Provozní náklady:	1 400 000 Kč/rok	Výkupní cena vyrob. energie:	4500 Kč/MWh
Daňové prázdny:	5 let		

Tabulka 12: Bioplynová stanice – Souhrn

Bioplynová stanice			
Výkon:	0,284 MW	Roční růst provozních nákladů:	2 %
Roční výroba el.:	2 215 MWh	Roční růst výkupních cen:	2 %
Roční výroba tepla:	3 000 GJ	Diskont:	7 %
Investiční výdaje:	42 600 000 Kč	Sazba daně z příjmu:	20 %
Náklady na provoz:	3 255 000 Kč/MWh	Výkupní cena vyrobeného tepla:	200 Kč/GJ
Daňové prázdny:	5 let	Výkupní cena vyrobené energie:	3550 Kč/MWh

Tabulka 13: Jaderná elektrárna Temelín - Souhrn

Jaderná elektrárna Temelín				
Výkon:	2 000 MW	Roční růst provozních nákladů:	2 %	
Náklady na palivo:	1 328 292 000 Kč/rok	Roční růst výkupních cen:	2 %	
Odvod na jaderný účet:	0,05 Kč/kWh	Diskont:	7 %	
Roční výroba el.:	12 600 000 MWh	Sazba daně z příjmu:	20 %	
Investiční výdaje:	97 000 000 000 Kč	Výkupní cena vyrob. energie:	950 Kč/MWh	

Tabulka 14: Uhelná elektrárna Lippendorf – Souhrn

Uhelná elektrárna Lippendorf				
Výkon:	1 840 MW	Roční růst provozních nákladů:	2 %	
Náklady na odsíření:	135 000 000 Kč/rok	Roční růst výkupních cen:	2 %	
Náklady na palivo:	12 400 000 000 Kč/rok	Diskont:	7 %	
Roční výroba el.:	15 000 000 MWh	Sazba daně z příjmu:	20 %	
Investiční výdaje:	85 000 000 000 Kč	Výkupní cena vyrob. energie:	1500 Kč/MWh	

6.1.1 Porovnání jednotlivých zdrojů elektrické energie

Tabulka 15: Porovnání jednotlivých zdrojů elektrické energie

	Cena výstavby elektrárny [Kč]	Instalovaný výkon [MW]	Náklady na kW instalovaného výkonu [Kč]	Roční výroba elektřiny [MWh]	Roční využití instalovaného výkonu [%]	Výkupní cena elektřiny [Kč/MWh]	Náklady na kWh [Kč]	NPV [Kč]	IRR [%]	DDN [t]
Vodní	52 000 000	0,63	82 539	2 400	43,49	2 700	0,772	43 456 216	13,573871	13 let a 338 dni
Větrná	94 000 000	2	47 000	5 000	28,54	2 340	0,875	68 996 376	13,113843	15 let a 37 dni
Sluneční	132 000 000	1,361	96 987	1 260	10,57	12 790	4,582	83 545 551	12,825506	15 let a 89 dni
Geotermální	1 100 000 000	5	220 000	7 000	15,98	4 500	3,481	721 928 585	16,656547	16 let a 58 dni
Bioplynová	42 600 000	0,284	150 000	2 215	89,03	3 550	2,870	40 107 647	14,001145	12 let a 328 dni
Jaderná	97 000 000 000	2 000	48 500	12 600 000	71,92	950	0,417	60 677 936 724	12,505022	16 let a 313 dni
Uhelná	85 000 000 000	1 840	46 195	15 000 000	93,06	1 500	1,527	70 498 589 444	13,461789	14 let a 115 dni

Z Tabulky 15 vyplývá, že uhelná elektrárna má v dnešní době stále největší roční využití a zároveň nejnižší pořizovací náklady na 1 kW instalovaného výkonu. Náklady na výrobu 1 kWh se počítají ze součtu pořizovacích nákladů na výstavbu elektrárny a součtu nákladů na provoz elektrárny za celou dobu životnosti elektrárny. V tabulce je vidět, že nejnižší náklady na výrobu 1 kWh má jaderná elektrárna a to 3x nižší než elektrárna uhelná. Výpočty hodnot, uvedených v tabulkách 15 a 16 jsou uvedeny v příloze.

Tabulka 16: Porovnání jednotlivých zdrojů elektrické energie při stejné výkupní ceně elektrické energie

	Cena výstavby elektrárny [Kč]	Instalovaný výkon [MW]	Náklady na kW instalovaného výkonu [Kč]	Roční výroba elektřiny [MWh]	Roční využití instalovaného výkonu [%]	Výkupní cena elektřiny [Kč/MWh]	Náklady na kWh [Kč]	NPV [Kč]	IRR [%]	DDN [t]
Vodní	52 000 000	0,63	82 539	2 400	43,49	1 500	0,772	-941 232	0	Větší než 50 let
Větrná	94 000 000	2	47 000	5 000	28,54	1 500	0,875	4 308 503	7,6344745	42 let a 250 dni
Sluneční	132 000 000	1,361	96 987	1 260	10,57	1 500	4,582	-133 074 437	0	Větší než 50 let
Geotermální	1 100 000 000	5	220 000	7 000	15,98	1 500	3,481	398 754 367	13,482578	22 let a 149 dni
Bioplynová	42 600 000	0,284	150 000	2 215	89,03	1 500	2,870	-31 341 122	0	Větší než 50 let
Jaderná	97 000 000 000	2 000	48 500	12 600 000	71,92	1 500	0,417	170 585 412 333	15,997225	8 let a 319 dni
Uhelná	85 000 000 000	1 840	46 195	15 000 000	93,06	1 500	1,527	70 498 589 444	13,461789	14 let a 115 dni

V případě jednotné výkupní ceny elektřiny, viz Tabulka 16, by elektrárny vodní, sluneční a bioplynová měly zápornou čistou současnou hodnotu a dobu návratnosti delší než vlastní dobu životnosti. Jaderná elektrárna je na tom nejlépe, její čistá současná hodnota vysoce převyšuje pořizovací cenu a vzrostla o 110 miliard Kč. Doba návratnosti jaderné elektrárny by byla pouze 8 let a 319 dní.

7 Závěr

Tato práce byla zaměřena na výpočet nákladů životního cyklu vybraných zdrojů elektrické energie. V programu Microsoft Excel byl sestaven ekonomický model na bázi vlastnických a pořizovacích nákladů, přičemž základ celého modelu byl inspirován normou ČSN EN 60300-3-03 (Management spolehlivosti – Analýza nákladů životního cyklu). Výstup z tohoto modelu by měl také napomoci při rozhodování o výhodnosti investice do vybraného zdroje elektrické energie.

V současné době jsou nastaveny výkupní ceny vyrobené elektrické energie z obnovitelných zdrojů tak, aby návratnost investice byla přibližně v horizontu 15-ti let. Proto investice do jakéhokoli zdroje elektrické energie je výhodná.

V případě jednotné výkupní ceny elektrické energie však nastává problém rozhodnout, který zdroj elektrické energie je nejvýhodnější, tedy nejlevnější. Podle předložené bakalářské práce by z obnovitelných zdrojů elektrické energie byla investice výhodná pouze do geotermální elektrárny.

Lidstvo má spotřebu elektrické energie stále větší a větší. Hlavním zdrojem lidstva je momentálně spalování fosilních paliv. To však může vést ke globální katastrofě (skleníkový efekt) a k vyčerpání neobnovitelných zdrojů. Pokud bychom chtěli nahradit roční produkci 1000MW bloku elektrárny fotovoltaickými články, museli bychom v ČR pokrýt 60 km² plochy fotovoltaickými panely. A lze odhadnout, že by k tomu bylo potřeba přibližně 100 000 tun křemíku. Větrných elektráren bychom museli postavit 2520 v celkové hodnotě 236,9 mld. Kč. Na nové velké vodní elektrárny už ČR nemá možnosti a MVE jsou s porovnáním s celkovou spotřebou elektrické energie zanedbatelné.

V dnešní době, dokud se nepřijde s novým zdrojem elektrické energie, který bude šetrný k přírodě a zároveň bude mít velký výkon, je nejlepší investice do jaderné elektrárny.

8 Seznam použité literatury

- [1] Energetická společnost ČEZ, a.s. [online]
URL:< <http://www.cez.cz/cs/investori/informacni-povinnost-emitenta/579.html> >
- [2] Energetická společnost ČEZ, a.s. [online]
URL:< <http://www.cez.cz/cs/investori/informacni-povinnost-emitenta/684.html> >
- [3] Energetická společnost ČEZ, a.s. [online]
URL:< http://eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocní_zprava/2007/index.htm >
- [4] RYVOLOVÁ, I. Ekonomické souvislosti využívání větrné energie v ČR [online]
URL:< <http://vse.iskola.cz/gacr.pdf> >
- [5] Energetická společnost ČEZ, a.s. [online]
URL:< <http://www.cez.cz/cs/vzdelavani/publikace/10.html> >
- [6] Větrný park Dukovany [online]. 2006.
URL:< <http://www.dukovany.cz/vetny-park-dukovany.html> >
- [7] Využití sluneční energie [online]
URL:< <http://www.spvez.cz/pages/slunce.htm> >
- [8] Elektrina z fotovoltaických panelů [online]. 2008
URL:< <http://ekowatt.cz/uspory/elektrina-z-fotovoltaickych-panelu.shtml> >
- [9] Fotovotaická elektrárna [online]
URL:< www.vnorovy.cz/FVE/ >
- [10] Vodní energie [online]
URL:< <http://ekowatt.cz/uspory/vodni-energie.shtml> >

- [11] VOKÁČ, J. Ministerstvo pro místní rozvoj [online]. 2004.
URL:< <http://old.mmr.cz/index.php?show=001020007000081&lred=1> >
- [12] Třídění hmotného majetku do odpisových skupin [online]
URL:< <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/dprij-2004-628/prilos4.asp>>
- [13] Fotovoltaická elektrárna Bušanovice [online]
URL:< <http://korowatt.cz/reference.php#busanovice-1> >
- [14] ČSN EN 60300-3-3. Management spolehlivosti – Analýza nákladů životního cyklu. Český normalizační institut, 2005.
- [15] Energetické audity projektů obnovitelných zdrojů energie [online]
URL:< http://www.aeaonline.cz/?download=4konference/4-blok/ea_projektu_na_vyuziti_oze.pdf >
- [16] Úplné znění zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů [online]
URL:< http://www.webset.cz/zakon_dani_prijmu.htm >
- [17] Jaderná elektrárna Temelín [online]. 2008
URL:< <http://proatom.luksoft.cz/view.php?cislocclanku=2008011801> >

9 Příloha

Vodní elektrárna výpočty

Tabulka 17: Zisk po zdanění - Vodní elektrárna

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Daň z příjmu [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
1	6 480 000	480 000	2 600 000	3 400 000	0	3 400 000
2	6 609 600	489 600	4 940 000	1 180 000	0	1 180 000
3	6 741 792	499 392	4 680 000	1 562 400	0	1 562 400
4	6 876 628	509 380	4 420 000	1 947 248	0	1 947 248
5	7 014 160	519 567	4 160 000	2 334 593	0	2 334 593
6	7 154 444	529 959	3 900 000	2 724 485	544 897	2 179 588
7	7 297 532	540 558	3 640 000	3 116 975	623 395	2 493 580
8	7 443 483	551 369	3 380 000	3 512 114	702 423	2 809 691
9	7 592 353	562 397	3 120 000	3 909 956	781 991	3 127 965
10	7 744 200	573 644	2 860 000	4 310 555	862 111	3 448 444
11	7 899 084	585 117	2 600 000	4 713 967	942 793	3 771 173
12	8 057 066	596 820	2 340 000	5 120 246	1 024 049	4 096 197
13	8 218 207	608 756	2 080 000	5 529 451	1 105 890	4 423 561
14	8 382 571	620 931	1 820 000	5 941 640	1 188 328	4 753 312
15	8 550 222	633 350	1 560 000	6 356 873	1 271 375	5 085 498
16	8 721 227	646 017	1 300 000	6 775 210	1 355 042	5 420 168
17	8 895 651	658 937	1 040 000	7 196 714	1 439 343	5 757 371
18	9 073 564	672 116	780 000	7 621 449	1 524 290	6 097 159
19	9 255 036	685 558	520 000	8 049 477	1 609 895	6 439 582
20	9 440 136	699 269	260 000	8 480 867	1 696 173	6 784 694
21	9 628 939	713 255	0	8 915 684	1 783 137	7 132 548
22	9 821 518	727 520	0	9 093 998	1 818 800	7 275 198
23	10 017 948	742 070	0	9 275 878	1 855 176	7 420 702
24	10 218 307	756 912	0	9 461 396	1 892 279	7 569 116
25	10 422 673	772 050	0	9 650 623	1 930 125	7 720 499
26	10 631 127	787 491	0	9 843 636	1 968 727	7 874 909
27	10 843 749	803 241	0	10 040 509	2 008 102	8 032 407
28	11 060 624	819 306	0	10 241 319	2 048 264	8 193 055
29	11 281 837	835 692	0	10 446 145	2 089 229	8 356 916
30	11 507 474	852 405	0	10 655 068	2 131 014	8 524 055
31	11 737 623	869 454	0	10 868 170	2 173 634	8 694 536
32	11 972 376	886 843	0	11 085 533	2 217 107	8 868 426
33	12 211 823	904 579	0	11 307 244	2 261 449	9 045 795
34	12 456 059	922 671	0	11 533 388	2 306 678	9 226 711
35	12 705 181	941 124	0	11 764 056	2 352 811	9 411 245
36	12 959 284	959 947	0	11 999 337	2 399 867	9 599 470
37	13 218 470	979 146	0	12 239 324	2 447 865	9 791 459
38	13 482 839	998 729	0	12 484 111	2 496 822	9 987 288
39	13 752 496	1 018 703	0	12 733 793	2 546 759	10 187 034
40	14 027 546	1 039 077	0	12 988 469	2 597 694	10 390 775
41	14 308 097	1 059 859	0	13 248 238	2 649 648	10 598 590

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Daň z příjmu [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
42	14 594 259	1 081 056	0	13 513 203	2 702 641	10 810 562
43	14 886 144	1 102 677	0	13 783 467	2 756 693	11 026 773
44	15 183 867	1 124 731	0	14 059 136	2 811 827	11 247 309
45	15 487 544	1 147 226	0	14 340 319	2 868 064	11 472 255
46	15 797 295	1 170 170	0	14 627 125	2 925 425	11 701 700
47	16 113 241	1 193 573	0	14 919 668	2 983 934	11 935 734
48	16 435 506	1 217 445	0	15 218 061	3 043 612	12 174 449
49	16 764 216	1 241 794	0	15 522 422	3 104 484	12 417 938
50	17 099 500	1 266 630	0	15 832 871	3 166 574	12 666 297

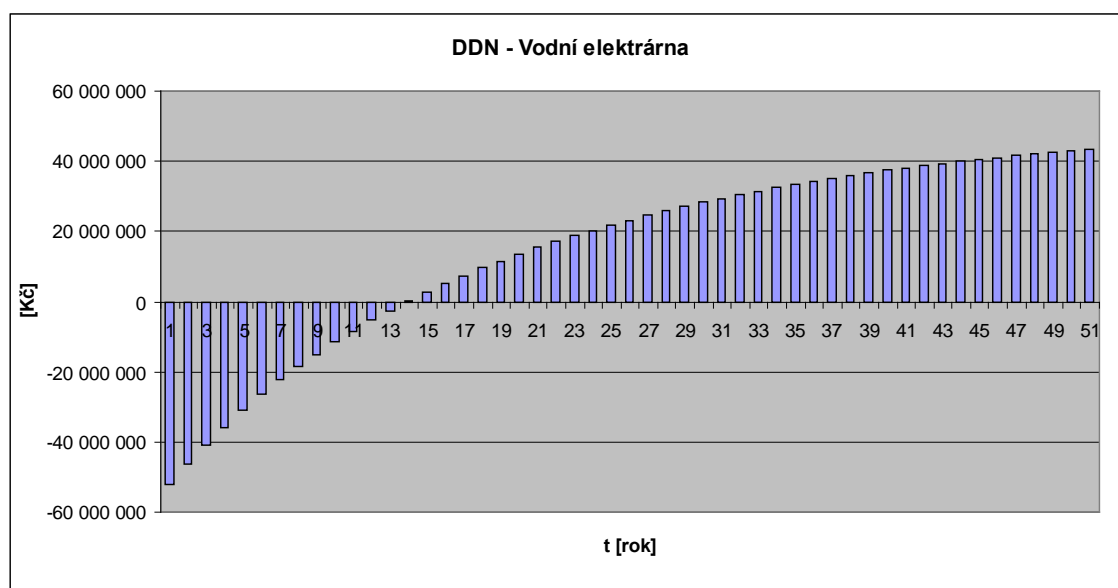
Tabulka 18: Výpočet NPV a DDN - Vodní elektrárna

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
0	-52 000 000	-52 000 000	43 456 216	-52 000 000
1	3 400 000	5 607 477		-46 392 523
2	1 180 000	5 345 445		-41 047 078
3	1 562 400	5 095 658		-35 951 420
4	1 947 248	4 857 543		-31 093 877
5	2 334 593	4 630 555		-26 463 322
6	2 179 588	4 051 086		-22 412 236
7	2 493 580	3 819 685		-18 592 551
8	2 809 691	3 602 457		-14 990 095
9	3 127 965	3 398 479		-11 591 616
10	3 448 444	3 206 893		-8 384 722
11	3 771 173	3 026 898		-5 357 824
12	4 096 197	2 857 748		-2 500 076
13	4 423 561	2 698 746		198 671
14	4 753 312	2 549 244		2 747 915
15	5 085 498	2 408 634		5 156 549
16	5 420 168	2 276 353		7 432 902
17	5 757 371	2 151 874		9 584 776
18	6 097 159	2 034 703		11 619 479
19	6 439 582	1 924 382		13 543 861
20	6 784 694	1 820 483		15 364 344
21	7 132 548	1 722 604		17 086 948
22	7 275 198	1 642 108		18 729 056
23	7 420 702	1 565 374		20 294 430
24	7 569 116	1 492 226		21 786 656
25	7 720 499	1 422 496		23 209 151
26	7 874 909	1 356 024		24 565 175
27	8 032 407	1 292 658		25 857 833
28	8 193 055	1 232 254		27 090 087
29	8 356 916	1 174 672		28 264 758
30	8 524 055	1 119 780		29 384 539
31	8 694 536	1 067 454		30 451 993
32	8 868 426	1 017 573		31 469 566
33	9 045 795	970 023		32 439 590
34	9 226 711	924 695		33 364 284
35	9 411 245	881 485		34 245 769

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
36	9 599 470	840 294		35 086 063
37	9 791 459	801 028		35 887 091
38	9 987 288	763 597		36 650 688
39	10 187 034	727 915		37 378 602
40	10 390 775	693 900		38 072 502
41	10 598 590	661 475		38 733 977
42	10 810 562	630 565		39 364 542
43	11 026 773	601 099		39 965 641
44	11 247 309	573 010		40 538 651
45	11 472 255	546 234		41 084 885
46	11 701 700	520 709		41 605 594
47	11 935 734	496 377		42 101 971
48	12 174 449	473 182		42 575 153
49	12 417 938	451 070		43 026 223
50	12 666 297	429 992		43 456 216

Výpočet IRR podle vzorce (15)

$$IRR = 7 + \left(\frac{43456216}{|43456216| + |-9427350|} \right) \times (15 - 7) = \mathbf{13,57 \%}$$



Graf 3: DDN - Vodní elektrárna

Větrná elektrárna výpočty

Tabulka 19: Zisk po zdanění - Větrná elektrárna

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Daň z příjmu [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
1	11 700 000	1 475 000	4 700 000	5 525 000	0	5 525 000
2	11 934 000	1 504 500	8 930 000	1 499 500	0	1 499 500
3	12 172 680	1 534 590	8 460 000	2 178 090	0	2 178 090
4	12 416 134	1 565 282	7 990 000	2 860 852	0	2 860 852
5	12 664 456	1 596 587	7 520 000	3 547 869	0	3 547 869
6	12 917 745	1 628 519	7 050 000	4 239 226	847 845	3 391 381
7	13 176 100	1 661 090	6 580 000	4 935 011	987 002	3 948 009
8	13 439 622	1 694 311	6 110 000	5 635 311	1 127 062	4 508 249
9	13 708 415	1 728 198	5 640 000	6 340 217	1 268 043	5 072 174
10	13 982 583	1 762 762	5 170 000	7 049 822	1 409 964	5 639 857
11	14 262 235	1 798 017	4 700 000	7 764 218	1 552 844	6 211 374
12	14 547 479	1 833 977	4 230 000	8 483 502	1 696 700	6 786 802
13	14 838 429	1 870 657	3 760 000	9 207 772	1 841 554	7 366 218
14	15 135 198	1 908 070	3 290 000	9 937 128	1 987 426	7 949 702
15	15 437 902	1 946 231	2 820 000	10 671 670	2 134 334	8 537 336
16	15 746 660	1 985 156	2 350 000	11 411 504	2 282 301	9 129 203
17	16 061 593	2 024 859	1 880 000	12 156 734	2 431 347	9 725 387
18	16 382 825	2 065 356	1 410 000	12 907 469	2 581 494	10 325 975
19	16 710 481	2 106 663	940 000	13 663 818	2 732 764	10 931 054
20	17 044 691	2 148 796	470 000	14 425 894	2 885 179	11 540 715
21	17 385 585	2 191 772	0	15 193 812	3 038 762	12 155 050
22	17 733 296	2 235 608	0	15 497 688	3 099 538	12 398 151
23	18 087 962	2 280 320	0	15 807 642	3 161 528	12 646 114
24	18 449 721	2 325 926	0	16 123 795	3 224 759	12 899 036
25	18 818 716	2 372 445	0	16 446 271	3 289 254	13 157 017
26	19 195 090	2 419 894	0	16 775 196	3 355 039	13 420 157
27	19 578 992	2 468 292	0	17 110 700	3 422 140	13 688 560
28	19 970 572	2 517 658	0	17 452 914	3 490 583	13 962 331
29	20 369 983	2 568 011	0	17 801 973	3 560 395	14 241 578
30	20 777 383	2 619 371	0	18 158 012	3 631 602	14 526 410
31	21 192 931	2 671 758	0	18 521 172	3 704 234	14 816 938
32	21 616 789	2 725 194	0	18 891 596	3 778 319	15 113 277
33	22 049 125	2 779 697	0	19 269 428	3 853 886	15 415 542
34	22 490 107	2 835 291	0	19 654 816	3 930 963	15 723 853
35	22 939 910	2 891 997	0	20 047 912	4 009 582	16 038 330
36	23 398 708	2 949 837	0	20 448 871	4 089 774	16 359 097
37	23 866 682	3 008 834	0	20 857 848	4 171 570	16 686 278
38	24 344 016	3 069 011	0	21 275 005	4 255 001	17 020 004
39	24 830 896	3 130 391	0	21 700 505	4 340 101	17 360 404
40	25 327 514	3 192 999	0	22 134 515	4 426 903	17 707 612
41	25 834 064	3 256 859	0	22 577 206	4 515 441	18 061 764
42	26 350 745	3 321 996	0	23 028 750	4 605 750	18 423 000
43	26 877 760	3 388 436	0	23 489 325	4 697 865	18 791 460
44	27 415 315	3 456 204	0	23 959 111	4 791 822	19 167 289
45	27 963 622	3 525 328	0	24 438 293	4 887 659	19 550 635
46	28 522 894	3 595 835	0	24 927 059	4 985 412	19 941 647
47	29 093 352	3 667 752	0	25 425 600	5 085 120	20 340 480

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Daň z příjmu [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
48	29 675 219	3 741 107	0	25 934 112	5 186 822	20 747 290
49	30 268 724	3 815 929	0	26 452 795	5 290 559	21 162 236
50	30 874 098	3 892 247	0	26 981 851	5 396 370	21 585 480

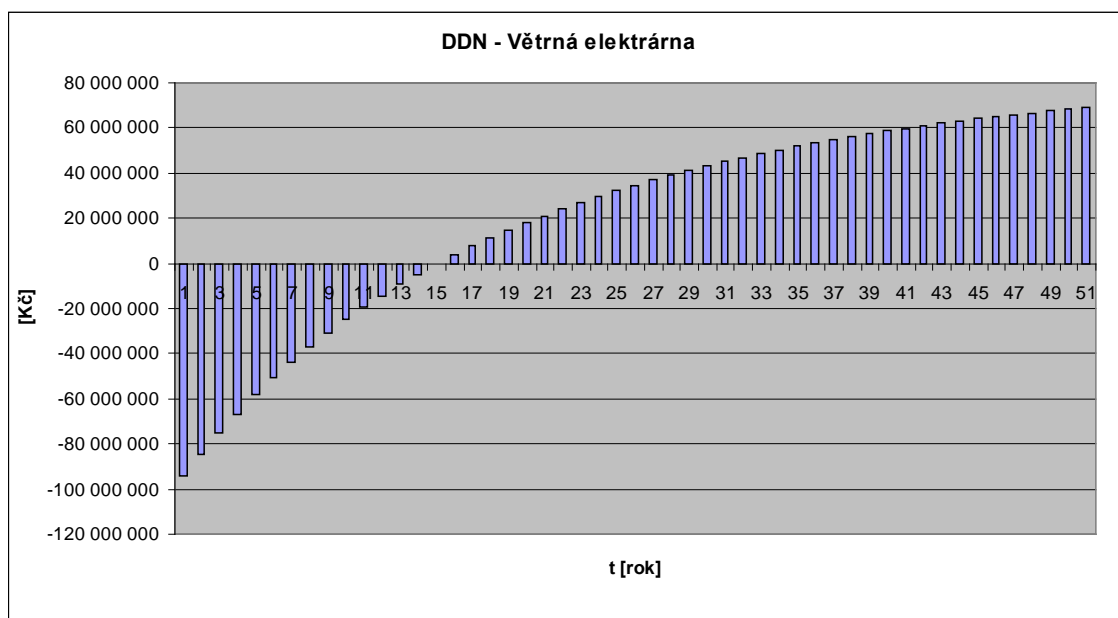
Tabulka 20: Výpočet NPV a DDN - Větrná elektrárna

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
0	-94 000 000	-94 000 000	68 996 376	-94 000 000
1	5 525 000	9 556 075		-84 443 925
2	1 499 500	9 109 529		-75 334 396
3	2 178 090	8 683 850		-66 650 546
4	2 860 852	8 278 063		-58 372 483
5	3 547 869	7 891 238		-50 481 245
6	3 391 381	6 957 533		-43 523 712
7	3 948 009	6 556 315		-36 967 398
8	4 508 249	6 179 917		-30 787 480
9	5 072 174	5 826 713		-24 960 767
10	5 639 857	5 495 183		-19 465 584
11	6 211 374	5 183 915		-14 281 669
12	6 786 802	4 891 592		-9 390 077
13	7 366 218	4 616 985		-4 773 092
14	7 949 702	4 358 950		-414 142
15	8 537 336	4 116 421		3 702 279
16	9 129 203	3 888 403		7 590 683
17	9 725 387	3 673 968		11 264 651
18	10 325 975	3 472 251		14 736 902
19	10 931 054	3 282 445		18 019 348
20	11 540 715	3 103 797		21 123 145
21	12 155 050	2 935 604		24 058 749
22	12 398 151	2 798 426		26 857 174
23	12 646 114	2 667 658		29 524 833
24	12 899 036	2 543 001		32 067 834
25	13 157 017	2 424 170		34 492 003
26	13 420 157	2 310 891		36 802 894
27	13 688 560	2 202 905		39 005 799
28	13 962 331	2 099 966		41 105 765
29	14 241 578	2 001 836		43 107 601
30	14 526 410	1 908 293		45 015 893
31	14 816 938	1 819 120		46 835 013
32	15 113 277	1 734 114		48 569 128
33	15 415 542	1 653 081		50 222 209
34	15 723 853	1 575 834		51 798 043
35	16 038 330	1 502 197		53 300 240
36	16 359 097	1 432 001		54 732 241
37	16 686 278	1 365 085		56 097 326
38	17 020 004	1 301 296		57 398 622
39	17 360 404	1 240 488		58 639 110
40	17 707 612	1 182 521		59 821 631
41	18 061 764	1 127 263		60 948 894

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
42	18 423 000	1 074 587		62 023 482
43	18 791 460	1 024 373		63 047 854
44	19 167 289	976 505		64 024 359
45	19 550 635	930 874		64 955 233
46	19 941 647	887 375		65 842 608
47	20 340 480	845 909		66 688 517
48	20 747 290	806 381		67 494 898
49	21 162 236	768 699		68 263 597
50	21 585 480	732 779		68 996 376

Výpočet IRR podle vzorce (15)

$$IRR = 7 + \left(\frac{68996376}{|68996376| + |-21285797|} \right) \times (15 - 7) = \mathbf{13,11 \%}$$



Graf 4: DDN - Větrná elektrárna

Sluneční elektrárna výpočty

Tabulka 21: Zisk po zdanění - Sluneční elektrárna

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Daň z příjmu [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
1	16 115 400	1 852 200	6 600 000	7 663 200	0	7 663 200
2	16 437 708	1 889 244	12 540 000	2 008 464	0	2 008 464
3	16 766 462	1 927 029	11 880 000	2 959 433	0	2 959 433
4	17 101 791	1 965 569	11 220 000	3 916 222	0	3 916 222
5	17 443 827	2 004 881	10 560 000	4 878 946	0	4 878 946
6	17 792 704	2 044 978	9 900 000	5 847 725	1 169 545	4 678 180
7	18 148 558	2 085 878	9 240 000	6 822 680	1 364 536	5 458 144
8	18 511 529	2 127 596	8 580 000	7 803 933	1 560 787	6 243 147
9	18 881 760	2 170 148	7 920 000	8 791 612	1 758 322	7 033 290
10	19 259 395	2 213 550	7 260 000	9 785 844	1 957 169	7 828 675
11	19 644 583	2 257 821	6 600 000	10 786 761	2 157 352	8 629 409
12	20 037 474	2 302 978	5 940 000	11 794 496	2 358 899	9 435 597
13	20 438 224	2 349 037	5 280 000	12 809 186	2 561 837	10 247 349
14	20 846 988	2 396 018	4 620 000	13 830 970	2 766 194	11 064 776
15	21 263 928	2 443 939	3 960 000	14 859 989	2 971 998	11 887 992
16	21 689 207	2 492 817	3 300 000	15 896 389	3 179 278	12 717 111
17	22 122 991	2 542 674	2 640 000	16 940 317	3 388 063	13 552 254
18	22 565 451	2 593 527	1 980 000	17 991 923	3 598 385	14 393 539
19	23 016 760	2 645 398	1 320 000	19 051 362	3 810 272	15 241 090
20	23 477 095	2 698 306	660 000	20 118 789	4 023 758	16 095 031
21	23 946 637	2 752 272	0	21 194 365	4 238 873	16 955 492
22	24 425 569	2 807 317	0	21 618 252	4 323 650	17 294 602
23	24 914 081	2 863 464	0	22 050 617	4 410 123	17 640 494
24	25 412 362	2 920 733	0	22 491 630	4 498 326	17 993 304
25	25 920 610	2 979 147	0	22 941 462	4 588 292	18 353 170
26	26 439 022	3 038 730	0	23 400 291	4 680 058	18 720 233
27	26 967 802	3 099 505	0	23 868 297	4 773 659	19 094 638
28	27 507 158	3 161 495	0	24 345 663	4 869 133	19 476 531
29	28 057 301	3 224 725	0	24 832 576	4 966 515	19 866 061
30	27 496 155	3 289 220	0	24 206 936	4 841 387	19 365 549
31	26 946 232	3 355 004	0	23 591 228	4 718 246	18 872 983
32	26 407 308	3 422 104	0	22 985 204	4 597 041	18 388 163
33	25 879 162	3 490 546	0	22 388 615	4 477 723	17 910 892
34	25 361 578	3 560 357	0	21 801 221	4 360 244	17 440 977
35	24 854 347	3 631 564	0	21 222 783	4 244 557	16 978 226
36	24 357 260	3 704 195	0	20 653 064	4 130 613	16 522 452
37	23 870 115	3 778 279	0	20 091 835	4 018 367	16 073 468
38	23 392 712	3 853 845	0	19 538 867	3 907 773	15 631 094
39	22 924 858	3 930 922	0	18 993 936	3 798 787	15 195 149
40	22 466 361	4 009 540	0	18 456 821	3 691 364	14 765 457
41	22 017 034	4 089 731	0	17 927 303	3 585 461	14 341 842
42	21 576 693	4 171 526	0	17 405 167	3 481 033	13 924 134
43	21 145 159	4 254 956	0	16 890 203	3 378 041	13 512 162
44	20 722 256	4 340 055	0	16 382 201	3 276 440	13 105 761
45	20 307 811	4 426 856	0	15 880 954	3 176 191	12 704 764
46	19 901 655	4 515 394	0	15 386 261	3 077 252	12 309 009
47	19 503 622	4 605 701	0	14 897 920	2 979 584	11 918 336
48	19 113 549	4 697 815	0	14 415 734	2 883 147	11 532 587

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Daň z příjmu [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
49	18 731 278	4 791 772	0	13 939 506	2 787 901	11 151 605
50	18 356 653	4 887 607	0	13 469 045	2 693 809	10 775 236

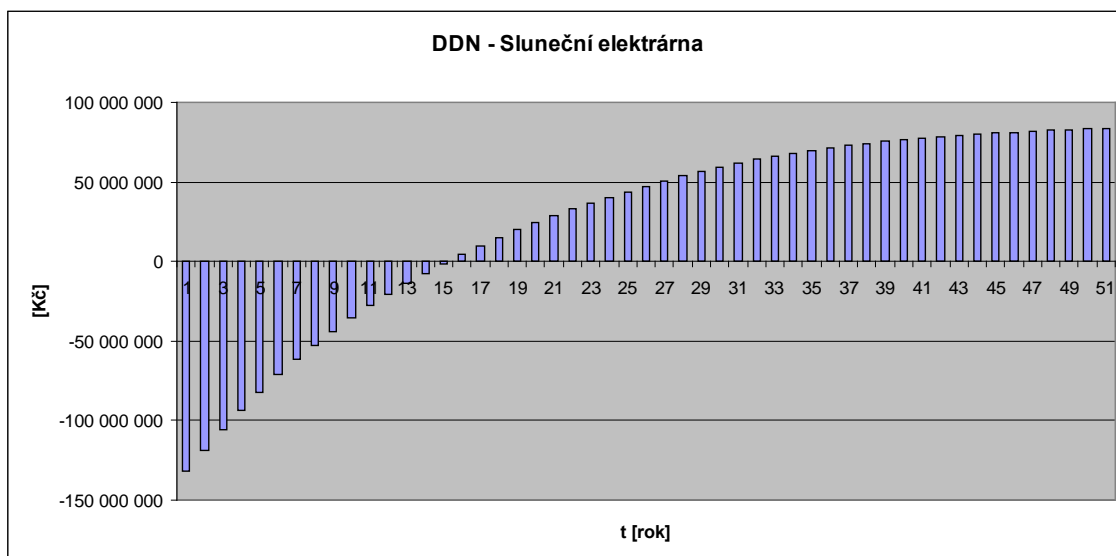
Tabulka 22: Výpočet NPV a DDN - Sluneční elektrárna

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
0	-132 000 000	-132 000 000	83 545 551	-132 000 000
1	7 663 200	13 330 093		-118 669 907
2	2 008 464	12 707 192		-105 962 715
3	2 959 433	12 113 398		-93 849 317
4	3 916 222	11 547 351		-82 301 966
5	4 878 946	11 007 755		-71 294 210
6	4 678 180	9 714 057		-61 580 153
7	5 458 144	9 153 265		-52 426 888
8	6 243 147	8 627 206		-43 799 681
9	7 033 290	8 133 599		-35 666 083
10	7 828 675	7 670 317		-27 995 765
11	8 629 409	7 235 382		-20 760 383
12	9 435 597	6 826 949		-13 933 434
13	10 247 349	6 443 298		-7 490 136
14	11 064 776	6 082 827		-1 407 309
15	11 887 992	5 744 041		4 336 732
16	12 717 111	5 425 550		9 762 282
17	13 552 254	5 126 053		14 888 335
18	14 393 539	4 844 339		19 732 674
19	15 241 090	4 579 279		24 311 953
20	16 095 031	4 329 818		28 641 772
21	16 955 492	4 094 973		32 736 745
22	17 294 602	3 903 619		36 640 364
23	17 640 494	3 721 207		40 361 572
24	17 993 304	3 547 319		43 908 891
25	18 353 170	3 381 556		47 290 447
26	18 720 233	3 223 540		50 513 987
27	19 094 638	3 072 907		53 586 894
28	19 476 531	2 929 313		56 516 207
29	19 866 061	2 792 429		59 308 637
30	19 365 549	2 543 996		61 852 633
31	18 872 983	2 317 093		64 169 726
32	18 388 163	2 109 879		66 279 604
33	17 910 892	1 920 669		68 200 274
34	17 440 977	1 747 923		69 948 197
35	16 978 226	1 590 231		71 538 427
36	16 522 452	1 446 300		72 984 728
37	16 073 468	1 314 952		74 299 679
38	15 631 094	1 195 104		75 494 784
39	15 195 149	1 085 769		76 580 553
40	14 765 457	986 043		77 566 596
41	14 341 842	895 097		78 461 693
42	13 924 134	812 175		79 273 868

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
43	13 512 162	736 584		80 010 452
44	13 105 761	667 692		80 678 144
45	12 704 764	604 918		81 283 062
46	12 309 009	547 734		81 830 795
47	11 918 336	495 653		82 326 449
48	11 532 587	448 235		82 774 683
49	11 151 605	405 072		83 179 756
50	10 775 236	365 795		83 545 551

Výpočet IRR podle vzorce (15)

$$IRR = 7 + \left(\frac{83545551}{|83545551| + |-31185159|} \right) \times (15 - 7) = \mathbf{12,83 \%}$$



Graf 5: DDN - Sluneční elektrárna

Geotermální elektrárna výpočty

Tabulka 23: Zisk po zdanění - Geotermální elektrárna

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Daň z příjmu [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
1	115 500 000	1 400 000	55 000 000	59 100 000	0	59 100 000
2	117 810 000	1 428 000	104 500 000	11 882 000	0	11 882 000
3	120 166 200	1 456 560	99 000 000	19 709 640	0	19 709 640
4	122 569 524	1 485 691	93 500 000	27 583 833	0	27 583 833
5	125 020 914	1 515 405	88 000 000	35 505 509	0	35 505 509
6	127 521 333	1 545 713	82 500 000	43 475 620	8 695 124	34 780 496
7	130 071 759	1 576 627	77 000 000	51 495 132	10 299 026	41 196 106
8	132 673 195	1 608 160	71 500 000	59 565 035	11 913 007	47 652 028
9	135 326 659	1 640 323	66 000 000	67 686 335	13 537 267	54 149 068
10	138 033 192	1 673 130	60 500 000	75 860 062	15 172 012	60 688 050
11	140 793 856	1 706 592	55 000 000	84 087 263	16 817 453	67 269 811
12	143 609 733	1 740 724	49 500 000	92 369 009	18 473 802	73 895 207
13	146 481 927	1 775 539	44 000 000	100 706 389	20 141 278	80 565 111
14	149 411 566	1 811 049	38 500 000	109 100 517	21 820 103	87 280 413
15	152 399 797	1 847 270	33 000 000	117 552 527	23 510 505	94 042 021
16	155 447 793	1 884 216	27 500 000	126 063 577	25 212 715	100 850 862
17	158 556 749	1 921 900	22 000 000	134 634 849	26 926 970	107 707 879
18	161 727 884	1 960 338	16 500 000	143 267 546	28 653 509	114 614 037
19	164 962 442	1 999 545	11 000 000	151 962 897	30 392 579	121 570 317
20	168 261 690	2 039 536	5 500 000	160 722 155	32 144 431	128 577 724
21	171 626 924	2 080 326	0	169 546 598	33 909 320	135 637 278
22	175 059 463	2 121 933	0	172 937 530	34 587 506	138 350 024
23	178 560 652	2 164 372	0	176 396 280	35 279 256	141 117 024
24	182 131 865	2 207 659	0	179 924 206	35 984 841	143 939 365
25	185 774 502	2 251 812	0	183 522 690	36 704 538	146 818 152
26	189 489 992	2 296 848	0	187 193 144	37 438 629	149 754 515
27	193 279 792	2 342 785	0	190 937 007	38 187 401	152 749 605
28	197 145 388	2 389 641	0	194 755 747	38 951 149	155 804 598
29	201 088 296	2 437 434	0	198 650 862	39 730 172	158 920 690
30	205 110 062	2 486 183	0	202 623 879	40 524 776	162 099 103
31	209 212 263	2 535 906	0	206 676 357	41 335 271	165 341 085
32	213 396 508	2 586 624	0	210 809 884	42 161 977	168 647 907
33	217 664 438	2 638 357	0	215 026 082	43 005 216	172 020 865
34	222 017 727	2 691 124	0	219 326 603	43 865 321	175 461 283
35	226 458 082	2 744 946	0	223 713 135	44 742 627	178 970 508
36	230 987 243	2 799 845	0	228 187 398	45 637 480	182 549 918
37	235 606 988	2 855 842	0	232 751 146	46 550 229	186 200 917
38	240 319 128	2 912 959	0	237 406 169	47 481 234	189 924 935
39	245 125 511	2 971 218	0	242 154 292	48 430 858	193 723 434
40	250 028 021	3 030 643	0	246 997 378	49 399 476	197 597 902
41	255 028 581	3 091 256	0	251 937 326	50 387 465	201 549 860
42	260 129 153	3 153 081	0	256 976 072	51 395 214	205 580 858
43	265 331 736	3 216 142	0	262 115 594	52 423 119	209 692 475
44	270 638 371	3 280 465	0	267 357 905	53 471 581	213 886 324
45	276 051 138	3 346 074	0	272 705 064	54 541 013	218 164 051
46	281 572 161	3 412 996	0	278 159 165	55 631 833	222 527 332
47	287 203 604	3 481 256	0	283 722 348	56 744 470	226 977 878
48	292 947 676	3 550 881	0	289 396 795	57 879 359	231 517 436
49	298 806 630	3 621 899	0	295 184 731	59 036 946	236 147 785
50	304 782 762	3 694 337	0	301 088 426	60 217 685	240 870 740

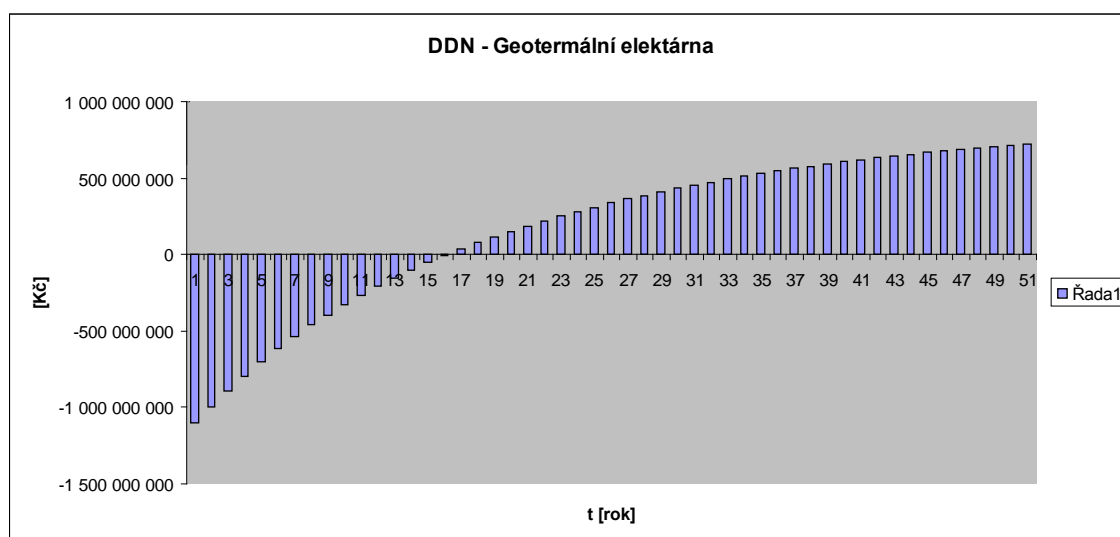
Tabulka 24: Výpočet NPV a DDN - Geotermální elektrárna

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
0	-1 100 000 000	-1 100 000 000	721 928 585	-1 100 000 000
1	59 100 000	106 635 514		-993 364 486
2	11 882 000	101 652 546		-891 711 940
3	19 709 640	96 902 427		-794 809 513
4	27 583 833	92 374 276		-702 435 237
5	35 505 509	88 057 721		-614 377 515
6	34 780 496	78 148 946		-536 228 569
7	41 196 106	73 606 594		-462 621 975
8	47 652 028	69 347 565		-393 274 410
9	54 149 068	65 353 132		-327 921 277
10	60 688 050	61 605 859		-266 315 418
11	67 269 811	58 089 506		-208 225 912
12	73 895 207	54 788 948		-153 436 964
13	80 565 111	51 690 093		-101 746 872
14	87 280 413	48 779 813		-52 967 059
15	94 042 021	46 045 875		-6 921 184
16	100 850 862	43 476 878		36 555 694
17	107 707 879	41 062 193		77 617 887
18	114 614 037	38 791 912		116 409 799
19	121 570 317	36 656 797		153 066 596
20	128 577 724	34 648 232		187 714 828
21	135 637 278	32 758 178		220 473 006
22	138 350 024	31 227 422		251 700 428
23	141 117 024	29 768 196		281 468 624
24	143 939 365	28 377 159		309 845 783
25	146 818 152	27 051 124		336 896 907
26	149 754 515	25 787 053		362 683 960
27	152 749 605	24 582 050		387 266 010
28	155 804 598	23 433 356		410 699 366
29	158 920 690	22 338 340		433 037 706
30	162 099 103	21 294 492		454 332 198
31	165 341 085	20 299 422		474 631 620
32	168 647 907	19 350 851		493 982 471
33	172 020 865	18 446 606		512 429 076
34	175 461 283	17 584 615		530 013 691
35	178 970 508	16 762 904		546 776 595
36	182 549 918	15 979 591		562 756 186
37	186 200 917	15 232 881		577 989 066
38	189 924 935	14 521 064		592 510 130
39	193 723 434	13 842 509		606 352 640
40	197 597 902	13 195 663		619 548 303
41	201 549 860	12 579 043		632 127 346
42	205 580 858	11 991 238		644 118 584
43	209 692 475	11 430 899		655 549 483
44	213 886 324	10 896 745		666 446 229
45	218 164 051	10 387 552		676 833 780
46	222 527 332	9 902 152		686 735 932
47	226 977 878	9 439 435		696 175 367
48	231 517 436	8 998 340		705 173 706

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
49	236 147 785	8 577 856		713 751 563
50	240 870 740	8 177 022		721 928 585

Výpočet IRR podle vzorce (15)

$$IRR = 7 + \left(\frac{721928585}{|721928585| + |-623761047|} \right) \times (25 - 7) = \mathbf{16,66 \%}$$



Graf 6: DDN - Geotermální elektrárna

Bioplynová elektrárna výpočty

Tabulka 25: Zisk po zdanění – Bioplynová elektrárna

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Daň z příjmu [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
1	8 463 250	3 255 000	2 130 000	3 078 250	0	3 078 250
2	8 632 515	3 320 100	4 047 000	1 265 415	0	1 265 415
3	8 805 165	3 386 502	3 834 000	1 584 663	0	1 584 663
4	8 981 269	3 454 232	3 621 000	1 906 037	0	1 906 037
5	9 160 894	3 523 317	3 408 000	2 229 577	0	2 229 577
6	9 344 112	3 593 783	3 195 000	2 555 329	511 066	2 044 263
7	9 530 994	3 665 659	2 982 000	2 883 335	576 667	2 306 668
8	9 721 614	3 738 972	2 769 000	3 213 642	642 728	2 570 914
9	9 916 046	3 813 751	2 556 000	3 546 295	709 259	2 837 036
10	10 114 367	3 890 026	2 343 000	3 881 341	776 268	3 105 073
11	10 316 655	3 967 827	2 130 000	4 218 828	843 766	3 375 062
12	10 522 988	4 047 183	1 917 000	4 558 804	911 761	3 647 043
13	10 733 447	4 128 127	1 704 000	4 901 320	980 264	3 921 056
14	10 948 116	4 210 690	1 491 000	5 246 427	1 049 285	4 197 141
15	11 167 079	4 294 903	1 278 000	5 594 175	1 118 835	4 475 340
16	11 390 420	4 380 801	1 065 000	5 944 619	1 188 924	4 755 695
17	11 618 229	4 468 417	852 000	6 297 811	1 259 562	5 038 249
18	11 850 593	4 557 786	639 000	6 653 807	1 330 761	5 323 046
19	12 087 605	4 648 942	426 000	7 012 664	1 402 533	5 610 131
20	12 329 357	4 741 920	213 000	7 374 437	1 474 887	5 899 549
21	12 575 944	4 836 759	0	7 739 186	1 547 837	6 191 348
22	12 827 463	4 933 494	0	7 893 969	1 578 794	6 315 175
23	13 084 012	5 032 164	0	8 051 849	1 610 370	6 441 479
24	13 345 693	5 132 807	0	8 212 886	1 642 577	6 570 308
25	13 612 607	5 235 463	0	8 377 143	1 675 429	6 701 715
26	13 884 859	5 340 173	0	8 544 686	1 708 937	6 835 749
27	14 162 556	5 446 976	0	8 715 580	1 743 116	6 972 464
28	14 445 807	5 555 915	0	8 889 891	1 777 978	7 111 913
29	14 734 723	5 667 034	0	9 067 689	1 813 538	7 254 151
30	15 029 418	5 780 374	0	9 249 043	1 849 809	7 399 234
31	15 330 006	5 895 982	0	9 434 024	1 886 805	7 547 219
32	15 636 606	6 013 902	0	9 622 704	1 924 541	7 698 164
33	15 949 338	6 134 180	0	9 815 159	1 963 032	7 852 127
34	16 268 325	6 256 863	0	10 011 462	2 002 292	8 009 169
35	16 593 691	6 382 000	0	10 211 691	2 042 338	8 169 353
36	16 925 565	6 509 640	0	10 415 925	2 083 185	8 332 740
37	17 264 077	6 639 833	0	10 624 243	2 124 849	8 499 395
38	17 609 358	6 772 630	0	10 836 728	2 167 346	8 669 382
39	17 961 545	6 908 083	0	11 053 463	2 210 693	8 842 770
40	18 320 776	7 046 244	0	11 274 532	2 254 906	9 019 626
41	18 687 192	7 187 169	0	11 500 023	2 300 005	9 200 018
42	19 060 936	7 330 912	0	11 730 023	2 346 005	9 384 018
43	19 442 154	7 477 531	0	11 964 623	2 392 925	9 571 699
44	19 830 997	7 627 081	0	12 203 916	2 440 783	9 763 133
45	20 227 617	7 779 623	0	12 447 994	2 489 599	9 958 395
46	20 632 170	7 935 215	0	12 696 954	2 539 391	10 157 563
47	21 044 813	8 093 920	0	12 950 893	2 590 179	10 360 715
48	21 465 709	8 255 798	0	13 209 911	2 641 982	10 567 929

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Daň z příjmu [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
49	21 895 023	8 420 914	0	13 474 109	2 694 822	10 779 287
50	22 332 924	8 589 332	0	13 743 592	2 748 718	10 994 873

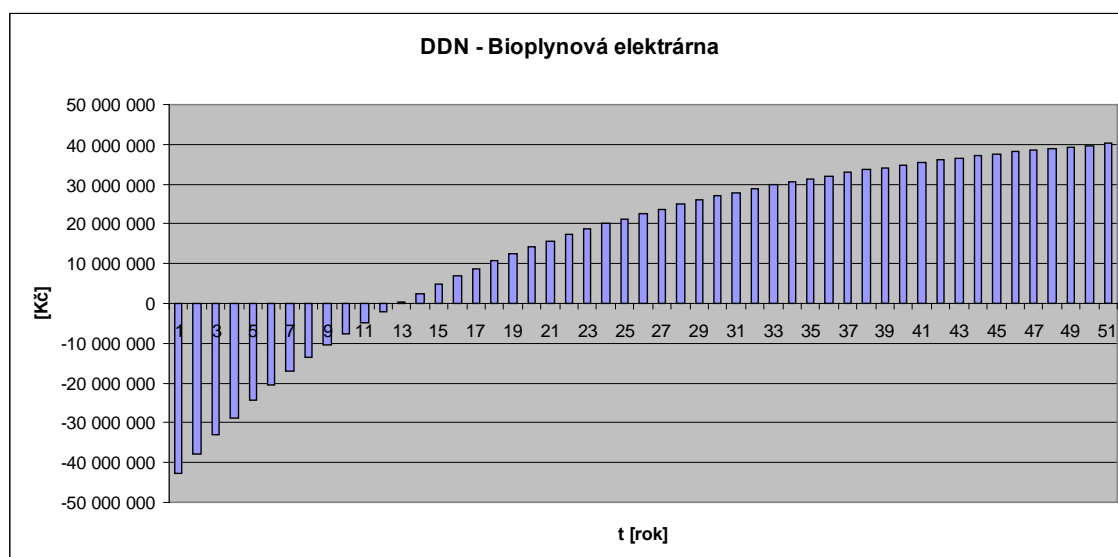
Tabulka 26: Výpočet NPV a DDN - Bioplynová elektrárna

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
0	-42 600 000	-42 600 000	40 107 647	-42 600 000
1	3 078 250	4 867 523		-37 732 477
2	1 265 415	4 640 069		-33 092 408
3	1 584 663	4 423 243		-28 669 164
4	1 906 037	4 216 550		-24 452 615
5	2 229 577	4 019 515		-20 433 100
6	2 044 263	3 491 142		-16 941 958
7	2 306 668	3 293 517		-13 648 441
8	2 570 914	3 107 878		-10 540 562
9	2 837 036	2 933 454		-7 607 108
10	3 105 073	2 769 524		-4 837 584
11	3 375 062	2 615 415		-2 222 169
12	3 647 043	2 470 502		248 333
13	3 921 056	2 334 198		2 582 531
14	4 197 141	2 205 959		4 788 491
15	4 475 340	2 085 275		6 873 766
16	4 755 695	1 971 671		8 845 437
17	5 038 249	1 864 702		10 710 139
18	5 323 046	1 763 954		12 474 093
19	5 610 131	1 669 040		14 143 133
20	5 899 549	1 579 599		15 722 732
21	6 191 348	1 495 292		17 218 024
22	6 315 175	1 425 418		18 643 442
23	6 441 479	1 358 810		20 002 252
24	6 570 308	1 295 314		21 297 566
25	6 701 715	1 234 785		22 532 352
26	6 835 749	1 177 085		23 709 437
27	6 972 464	1 122 081		24 831 518
28	7 111 913	1 069 647		25 901 165
29	7 254 151	1 019 664		26 920 829
30	7 399 234	972 016		27 892 845
31	7 547 219	926 595		28 819 440
32	7 698 164	883 296		29 702 736
33	7 852 127	842 020		30 544 757
34	8 009 169	802 674		31 347 430
35	8 169 353	765 166		32 112 596
36	8 332 740	729 410		32 842 006
37	8 499 395	695 326		33 537 332
38	8 669 382	662 834		34 200 165
39	8 842 770	631 860		34 832 026
40	9 019 626	602 334		35 434 360
41	9 200 018	574 188		36 008 547

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
42	9 384 018	547 356		36 555 904
43	9 571 699	521 779		37 077 683
44	9 763 133	497 397		37 575 079
45	9 958 395	474 154		38 049 233
46	10 157 563	451 997		38 501 231
47	10 360 715	430 876		38 932 106
48	10 567 929	410 741		39 342 848
49	10 779 287	391 548		39 734 396
50	10 994 873	373 251		40 107 647

Výpočet IRR podle vzorce (15)

$$IRR = 7 + \left(\frac{40107647}{|40107647| + |-5722165|} \right) \times (15 - 7) = \mathbf{14,00 \%}$$



Graf 7: DDN - Bioplynová elektrárna

Jaderná elektrárna výpočty

Tabulka 27: Zisk po zdanění - Jaderná elektrárna

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
1	11 970 000 000	1 958 292 000	4 850 000 000	5 161 708 000	4 129 366 400
2	12 209 400 000	1 997 457 840	9 215 000 000	996 942 160	797 553 728
3	12 453 588 000	2 037 406 997	8 730 000 000	1 686 181 003	1 348 944 803
4	12 702 659 760	2 078 155 137	8 245 000 000	2 379 504 623	1 903 603 699
5	12 956 712 955	2 119 718 239	7 760 000 000	3 076 994 716	2 461 595 773
6	13 215 847 214	2 162 112 604	7 275 000 000	3 778 734 610	3 022 987 688
7	13 480 164 159	2 205 354 856	6 790 000 000	4 484 809 302	3 587 847 442
8	13 749 767 442	2 249 461 953	6 305 000 000	5 195 305 488	4 156 244 391
9	14 024 762 791	2 294 451 193	5 820 000 000	5 910 311 598	4 728 249 278
10	14 305 258 046	2 340 340 216	5 335 000 000	6 629 917 830	5 303 934 264
11	14 591 363 207	2 387 147 021	4 850 000 000	7 354 216 187	5 883 372 949
12	14 883 190 471	2 434 889 961	4 365 000 000	8 083 300 510	6 466 640 408
13	15 180 854 281	2 483 587 760	3 880 000 000	8 817 266 521	7 053 813 216
14	15 484 471 367	2 533 259 516	3 395 000 000	9 556 211 851	7 644 969 481
15	15 794 160 794	2 583 924 706	2 910 000 000	10 300 236 088	8 240 188 870
16	16 110 044 010	2 635 603 200	2 425 000 000	11 049 440 810	8 839 552 648
17	16 432 244 890	2 688 315 264	1 940 000 000	11 803 929 626	9 443 143 701
18	16 760 889 788	2 742 081 569	1 455 000 000	12 563 808 218	10 051 046 575
19	17 096 107 583	2 796 923 201	970 000 000	13 329 184 383	10 663 347 506
20	17 438 029 735	2 852 861 665	485 000 000	14 100 168 070	11 280 134 456
21	17 786 790 330	2 909 918 898	0	14 876 871 432	11 901 497 146
22	18 142 526 136	2 968 117 276	0	15 174 408 861	12 139 527 088
23	18 505 376 659	3 027 479 621	0	15 477 897 038	12 382 317 630
24	18 875 484 192	3 088 029 214	0	15 787 454 978	12 629 963 983
25	19 252 993 876	3 149 789 798	0	16 103 204 078	12 882 563 262
26	19 638 053 754	3 212 785 594	0	16 425 268 160	13 140 214 528
27	20 030 814 829	3 277 041 306	0	16 753 773 523	13 403 018 818
28	20 431 431 125	3 342 582 132	0	17 088 848 993	13 671 079 195
29	20 840 059 748	3 409 433 775	0	17 430 625 973	13 944 500 779
30	21 256 860 943	3 477 622 450	0	17 779 238 493	14 223 390 794
31	21 681 998 162	3 547 174 899	0	18 134 823 262	14 507 858 610
32	22 115 638 125	3 618 118 397	0	18 497 519 728	14 798 015 782
33	22 557 950 887	3 690 480 765	0	18 867 470 122	15 093 976 098
34	23 009 109 905	3 764 290 380	0	19 244 819 525	15 395 855 620
35	23 469 292 103	3 839 576 188	0	19 629 715 915	15 703 772 732
36	23 938 677 945	3 916 367 712	0	20 022 310 234	16 017 848 187
37	24 417 451 504	3 994 695 066	0	20 422 756 438	16 338 205 151
38	24 905 800 534	4 074 588 967	0	20 831 211 567	16 664 969 254
39	25 403 916 545	4 156 080 747	0	21 247 835 798	16 998 268 639
40	25 911 994 876	4 239 202 362	0	21 672 792 514	17 338 234 011
41	26 430 234 773	4 323 986 409	0	22 106 248 365	17 684 998 692
42	26 958 839 469	4 410 466 137	0	22 548 373 332	18 038 698 665
43	27 498 016 258	4 498 675 460	0	22 999 340 798	18 399 472 639
44	28 047 976 583	4 588 648 969	0	23 459 327 614	18 767 462 092
45	28 608 936 115	4 680 421 948	0	23 928 514 167	19 142 811 333
46	29 181 114 837	4 774 030 387	0	24 407 084 450	19 525 667 560
47	29 764 737 134	4 869 510 995	0	24 895 226 139	19 916 180 911
48	30 360 031 877	4 966 901 215	0	25 393 130 662	20 314 504 529
49	30 967 232 514	5 066 239 239	0	25 900 993 275	20 720 794 620

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
50	31 586 577 165	5 167 564 024	0	26 419 013 141	21 135 210 512

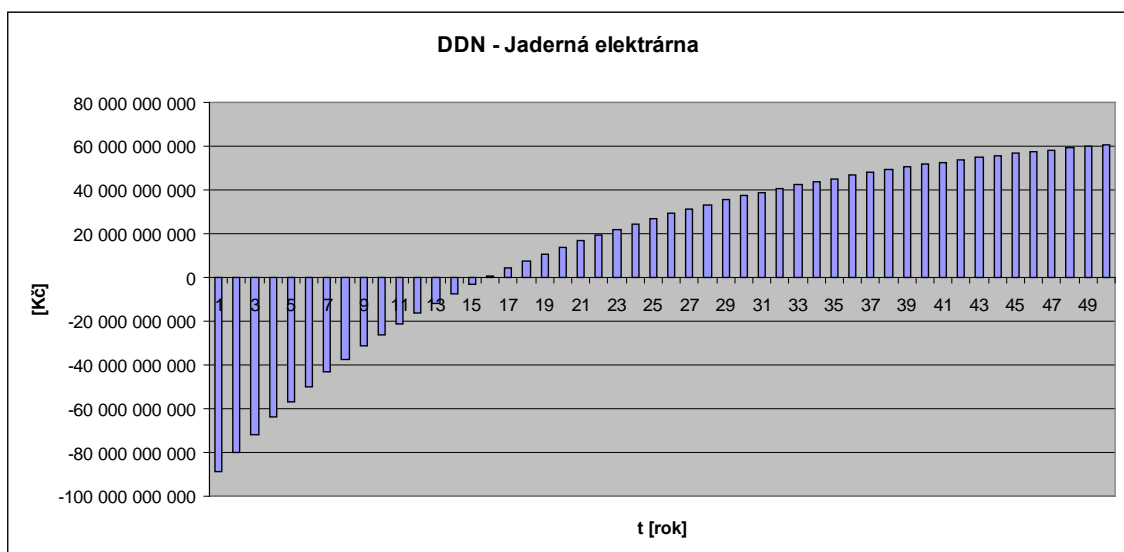
Tabulka 28: Výpočet NPV a DDN - Jaderná elektrárna

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
0	-97 000 000 000	-97 000 000 000	60 677 936 724	-97 000 000 000
1	4 129 366 400	8 391 931 215		-88 608 068 785
2	797 553 728	8 745 352 195		-79 862 716 590
3	1 348 944 803	8 227 421 244		-71 635 295 346
4	1 903 603 699	7 742 321 171		-63 892 974 176
5	2 461 595 773	7 287 856 518		-56 605 117 658
6	3 022 987 688	6 861 984 017		-49 743 133 641
7	3 587 847 442	6 462 801 816		-43 280 331 825
8	4 156 244 391	6 088 539 480		-37 191 792 345
9	4 728 249 278	5 737 548 708		-31 454 243 637
10	5 303 934 264	5 408 294 702		-26 045 948 935
11	5 883 372 949	5 099 348 169		-20 946 600 766
12	6 466 640 408	4 809 377 879		-16 137 222 886
13	7 053 813 216	4 537 143 765		-11 600 079 121
14	7 644 969 481	4 281 490 505		-7 318 588 617
15	8 240 188 870	4 041 341 574		-3 277 247 042
16	8 839 552 648	3 815 693 711		538 446 668
17	9 443 143 701	3 603 611 779		4 142 058 447
18	10 051 046 575	3 404 224 001		7 546 282 448
19	10 663 347 506	3 216 717 526		10 762 999 974
20	11 280 134 456	3 040 334 314		13 803 334 288
21	11 901 497 146	2 874 367 312		16 677 701 601
22	12 139 527 088	2 740 051 083		19 417 752 684
23	12 382 317 630	2 612 011 313		22 029 763 996
24	12 629 963 983	2 489 954 709		24 519 718 706
25	12 882 563 262	2 373 601 685		26 893 320 391
26	13 140 214 528	2 262 685 719		29 156 006 110
27	13 403 018 818	2 156 952 741		31 312 958 851
28	13 671 079 195	2 056 160 557		33 369 119 409
29	13 944 500 779	1 960 078 288		35 329 197 697
30	14 223 390 794	1 868 485 845		37 197 683 542
31	14 507 858 610	1 781 173 422		38 978 856 964
32	14 798 015 782	1 697 941 019		40 676 797 983
33	15 093 976 098	1 618 597 981		42 295 395 964
34	15 395 855 620	1 542 962 561		43 838 358 525
35	15 703 772 732	1 470 861 507		45 309 220 032
36	16 017 848 187	1 402 129 661		46 711 349 693
37	16 338 205 151	1 336 609 583		48 047 959 276
38	16 664 969 254	1 274 151 192		49 322 110 468
39	16 998 268 639	1 214 611 416		50 536 721 884
40	17 338 234 011	1 157 853 873		51 694 575 757
41	17 684 998 692	1 103 748 552		52 798 324 310
42	18 038 698 665	1 052 171 517		53 850 495 827
43	18 399 472 639	1 003 004 624		54 853 500 451
44	18 767 462 092	956 135 249		55 809 635 699
45	19 142 811 333	911 456 032		56 721 091 731

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
46	19 525 667 560	868 864 628		57 589 956 359
47	19 916 180 911	828 263 477		58 418 219 837
48	20 314 504 529	789 559 577		59 207 779 413
49	20 720 794 620	752 664 269		59 960 443 682
50	21 135 210 512	717 493 042		60 677 936 724

Výpočet IRR podle vzorce (15)

$$IRR = 7 + \left(\frac{60677936724}{|60677936724| + |-27500363346|} \right) \times (15 - 7) = 12,50 \%$$



Graf 8: DDN - Jaderná elektrárna

Uhelná elektrárna výpočty

Tabulka 29: Zisk po zdanění - Uhelná elektrárna

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
1	22 500 000 000	12 535 000 000	4 250 000 000	5 715 000 000	4 572 000 000
2	22 950 000 000	12 785 700 000	8 075 000 000	2 089 300 000	1 671 440 000
3	23 409 000 000	13 041 414 000	7 650 000 000	2 717 586 000	2 174 068 800
4	23 877 180 000	13 302 242 280	7 225 000 000	3 349 937 720	2 679 950 176
5	24 354 723 600	13 568 287 126	6 800 000 000	3 986 436 474	3 189 149 180
6	24 841 818 072	13 839 652 868	6 375 000 000	4 627 165 204	3 701 732 163
7	25 338 654 433	14 116 445 925	5 950 000 000	5 272 208 508	4 217 766 806
8	25 845 427 522	14 398 774 844	5 525 000 000	5 921 652 678	4 737 322 143
9	26 362 336 073	14 686 750 341	5 100 000 000	6 575 585 732	5 260 468 585
10	26 889 582 794	14 980 485 348	4 675 000 000	7 234 097 446	5 787 277 957
11	27 427 374 450	15 280 095 055	4 250 000 000	7 897 279 395	6 317 823 516
12	27 975 921 939	15 585 696 956	3 825 000 000	8 565 224 983	6 852 179 987
13	28 535 440 378	15 897 410 895	3 400 000 000	9 238 029 483	7 390 423 586
14	29 106 149 185	16 215 359 113	2 975 000 000	9 915 790 072	7 932 632 058
15	29 688 272 169	16 539 666 295	2 550 000 000	10 598 605 874	8 478 884 699
16	30 282 037 612	16 870 459 621	2 125 000 000	11 286 577 991	9 029 262 393
17	30 887 678 365	17 207 868 813	1 700 000 000	11 979 809 551	9 583 847 641
18	31 505 431 932	17 552 026 190	1 275 000 000	12 678 405 742	10 142 724 594
19	32 135 540 570	17 903 066 713	850 000 000	13 382 473 857	10 705 979 086
20	32 778 251 382	18 261 128 048	425 000 000	14 092 123 334	11 273 698 667
21	33 433 816 410	18 626 350 609	0	14 807 465 801	11 845 972 641
22	34 102 492 738	18 998 877 621	0	15 103 615 117	12 082 892 094
23	34 784 542 592	19 378 855 173	0	15 405 687 419	12 324 549 935
24	35 480 233 444	19 766 432 277	0	15 713 801 168	12 571 040 934
25	36 189 838 113	20 161 760 922	0	16 028 077 191	12 822 461 753
26	36 913 634 875	20 564 996 141	0	16 348 638 735	13 078 910 988
27	37 651 907 573	20 976 296 063	0	16 675 611 510	13 340 489 208
28	38 404 945 724	21 395 821 985	0	17 009 123 740	13 607 298 992
29	39 173 044 639	21 823 738 424	0	17 349 306 215	13 879 444 972
30	39 956 505 532	22 260 213 193	0	17 696 292 339	14 157 033 871
31	40 755 635 642	22 705 417 457	0	18 050 218 186	14 440 174 548
32	41 570 748 355	23 159 525 806	0	18 411 222 549	14 728 978 039
33	42 402 163 322	23 622 716 322	0	18 779 447 000	15 023 557 600
34	43 250 206 589	24 095 170 648	0	19 155 035 940	15 324 028 752
35	44 115 210 720	24 577 074 061	0	19 538 136 659	15 630 509 327
36	44 997 514 935	25 068 615 543	0	19 928 899 392	15 943 119 514
37	45 897 465 234	25 569 987 853	0	20 327 477 380	16 261 981 904
38	46 815 414 538	26 081 387 611	0	20 734 026 928	16 587 221 542
39	47 751 722 829	26 603 015 363	0	21 148 707 466	16 918 965 973
40	48 706 757 286	27 135 075 670	0	21 571 681 616	17 257 345 292
41	49 680 892 431	27 677 777 183	0	22 003 115 248	17 602 492 198
42	50 674 510 280	28 231 332 727	0	22 443 177 553	17 954 542 042
43	51 688 000 486	28 795 959 382	0	22 892 041 104	18 313 632 883
44	52 721 760 495	29 371 878 569	0	23 349 881 926	18 679 905 541
45	53 776 195 705	29 959 316 141	0	23 816 879 565	19 053 503 652
46	54 851 719 619	30 558 502 463	0	24 293 217 156	19 434 573 725
47	55 948 754 012	31 169 672 513	0	24 779 081 499	19 823 265 199
48	57 067 729 092	31 793 065 963	0	25 274 663 129	20 219 730 503
49	58 209 083 674	32 428 927 282	0	25 780 156 392	20 624 125 113

t [rok]	Příjmy [Kč]	Náklady [Kč]	Odpisy [Kč]	Zisk před zdaněním [Kč]	Zisk po zdanění [Kč]
50	59 373 265 347	33 077 505 828	0	26 295 759 519	21 036 607 615

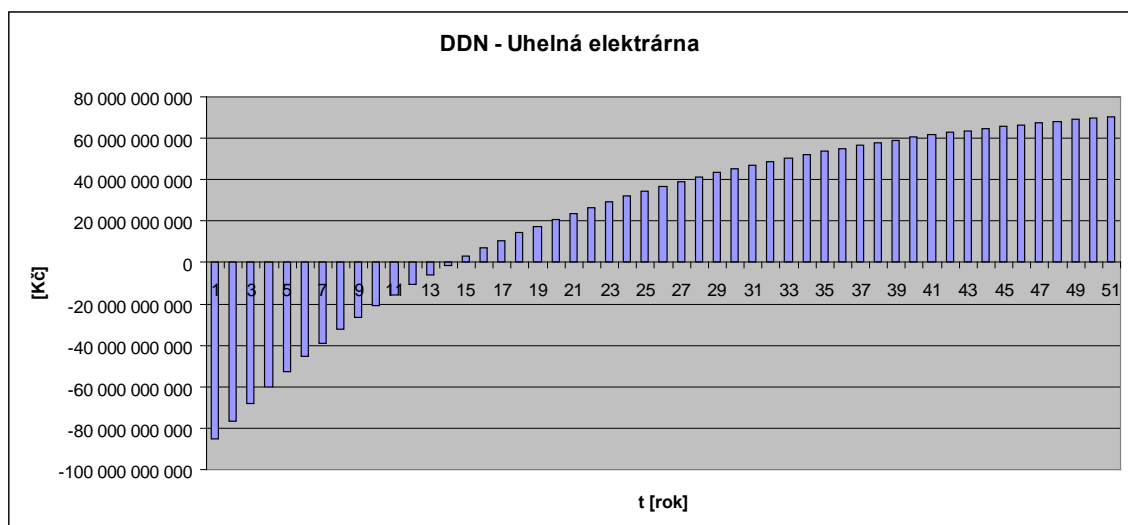
Tabulka 30: Výpočet NPV a DDN - Uhelná elektrárna

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
0	-85 000 000 000	-85 000 000 000	70 498 589 444	-85 000 000 000
1	4 572 000 000	8 244 859 813		-76 755 140 187
2	1 671 440 000	8 512 918 159		-68 242 222 028
3	2 174 068 800	8 019 366 504		-60 222 855 524
4	2 679 950 176	7 556 439 065		-52 666 416 459
5	3 189 149 180	7 122 125 310		-45 544 291 150
6	3 701 732 163	6 714 552 118		-38 829 739 031
7	4 217 766 806	6 331 974 154		-32 497 764 877
8	4 737 322 143	5 972 764 921		-26 524 999 956
9	5 260 468 585	5 635 408 453		-20 889 591 504
10	5 787 277 957	5 318 491 594		-15 571 099 910
11	6 317 823 516	5 020 696 826		-10 550 403 084
12	6 852 179 987	4 740 795 605		-5 809 607 479
13	7 390 423 586	4 477 642 166		-1 331 965 313
14	7 932 632 058	4 230 167 771		2 898 202 458
15	8 478 884 699	3 997 375 360		6 895 577 818
16	9 029 262 393	3 778 334 585		10 673 912 404
17	9 583 847 641	3 572 177 189		14 246 089 593
18	10 142 724 594	3 378 092 714		17 624 182 306
19	10 705 979 086	3 195 324 513		20 819 506 820
20	11 273 698 667	3 023 166 044		23 842 672 863
21	11 845 972 641	2 860 957 418		26 703 630 281
22	12 082 892 094	2 727 267 819		29 430 898 100
23	12 324 549 935	2 599 825 398		32 030 723 498
24	12 571 040 934	2 478 338 229		34 509 061 727
25	12 822 461 753	2 362 528 032		36 871 589 759
26	13 078 910 988	2 252 129 526		39 123 719 285
27	13 340 489 208	2 146 889 828		41 270 609 113
28	13 607 298 992	2 046 567 874		43 317 176 986
29	13 879 444 972	1 950 933 861		45 268 110 847
30	14 157 033 871	1 859 768 727		47 127 879 574
31	14 440 174 548	1 772 863 646		48 900 743 221
32	14 728 978 039	1 690 019 551		50 590 762 771
33	15 023 557 600	1 611 046 675		52 201 809 446
34	15 324 028 752	1 535 764 120		53 737 573 566
35	15 630 509 327	1 463 999 441		55 201 573 007
36	15 943 119 514	1 395 588 252		56 597 161 259
37	16 261 981 904	1 330 373 848		57 927 535 107
38	16 587 221 542	1 268 206 846		59 195 741 953
39	16 918 965 973	1 208 944 844		60 404 686 797
40	17 257 345 292	1 152 452 094		61 557 138 891
41	17 602 492 198	1 098 599 192		62 655 738 083
42	17 954 542 042	1 047 262 782		63 703 000 864
43	18 313 632 883	998 325 268		64 701 326 133
44	18 679 905 541	951 674 555		65 653 000 688
45	19 053 503 652	907 203 781		66 560 204 469

t [rok]	CF _t [Kč]	DCF _t [Kč]	NPV [Kč]	DDN [Kč]
46	19 434 573 725	864 811 081		67 425 015 550
47	19 823 265 199	824 399 348		68 249 414 899
48	20 219 730 503	785 876 014		69 035 290 913
49	20 624 125 113	749 152 836		69 784 443 749
50	21 036 607 615	714 145 694		70 498 589 444

Výpočet IRR podle vzorce (15)

$$IRR = 7 + \left(\frac{70498589444}{|70498589444| + |-16781988920|} \right) \times (15 - 7) = \mathbf{13,46 \%}$$



Graf 9: DDN - Uhelná elektrárna